

23141
628.52
Ф73
Ф. Флюри и Ф. Церник

ВРЕДНЫЕ ГАЗЫ

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По вине
32	7 снизу	760 мм	700 мм	Ред.
43	4 снизу	ческой	ческой и	"
48	4 и 5 сверху	кг/кал	кг = кал	"
72	31 сверху	100 мг	100 мм	"
83	подпись под рис. 11	абсцисс... Величина	абсорбции... Величина	Тип.
89	21 снизу	2816	1816	Ред.
92	1 снизу	305 кг	ок. 105 кг	"
158	Табл., графа 3	50 000	5 000	"
168	27 и 1 снизу	0,06 мг	0,66 мг*	"
			* См. прим. ред. на стр. 157.	
184	1 снизу	"Союзкож". (Прилож. к № 31... за 1929 г.).	"Союзкож".	"
259	6 и 5 снизу	со слабым... запах чеснока.	с почти незаметным запахом.	"
260—261	1 и 3 снизу	стр. 615	стр. 616	"
270	Табл., графа 2 (мышь)	4,5	4—5	—
344	Табл., графа 4	00—17 000	15000—17 000	Тип.
371	Табл.	Потеря рефлексов — над графами 6 и 7	Потеря рефлексов над графами 6, 7 и 8	Ред.
376	17 снизу	следующие продукты:	технические продукты.	"
381	Табл.	Боковое положение — над графами 5 и 6	Боковое положение — над графами 5, 6 и 7.	"
388	2 снизу	мг/л	мг/л	Тип.
391	27—28 сверху	хорошее питание	усиленное питание.	Ред.
515	7 снизу	Свойства. Легко... характерным за-	Формула: $\text{C}_8\text{H}_8\text{NO}$. Мол. в.: 44,03.	Тип.
619	12 снизу	трикрезолфосфат	трикрезилфосфат	Ред.
791	36 сверху	останавливаются	устанавливаются	Тип.
797	11 снизу	гипогеремия	гиперемия	Ред.
841	18 сверху	трикрезолфосфат	трикрезилфосфат	"



F. FLURY und F. ZERNIK

SCHÄDLICHE GASE

DÄMPFE, NEBEL, RAUCH-
und STAUBARTEN

MIT AUTORISierter BENUTZUNG DES WERKES
„NOXIOUS GASES“ VON HENDERSON UND HAGGARD

VERLAG VON JULIUS SPRINGER
BERLIN • 1931

620.22
Ф73

Д Е П

628.5
Ф73

Ф. ФЛОРИ и Ф. ЦЕРНИК

МИНСКИЙ
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР
БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
БССР

ВРЕДНЫЕ ГАЗЫ

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО

И. С. АРУИНА, А. В. НАЗАРОВА и Р. М. СТРИКОВСКОГО

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

Г. М. МАЙРАНОВСКОГО

МИНСКИЙ ЦЕНТР
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР
БССР
Книж. №

Цена 19 р. Перепл. 2 р.

РЕДАКЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ГОНТИ НКТП
МОСКВА • 1938

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
БССР

В книге суммированы важнейшие справочные данные обо всех известных ядовитых газах, дымах, туманах и пыли, встречающихся в промышленности, сельском хозяйстве, военном деле, быту и т. д. Приведены основные сведения о физико-химических свойствах и практическом применении указанных веществ и подробные данные об их токсичности, условиях, при которых они могут вызывать отравление, и способах защиты от них. Специальной части предпосылается подробное изложение вопросов физиологии дыхания и общих принципов действия ядов на организм.

Книга может служить справочником для хозяйственников, химиков, инженеров, врачей и широких кругов работников, участвующих в борьбе за дальнейшее оздоровление труда и быта в нашей стране.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие редактора	15
I. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
Основные газовые законы	19
Общие данные о газах	—
Давление и объем	—
Расширение	—
Сжижение. Критическое состояние	20
Смешиваемость и диффузия	—
Растворимость	—
Адсорбция	21
Удельный вес и плотность	22
Закон Авогадро	—
Определение объема. Нормальные условия	23
Определение давления	—
Измерение скорости движения газов	24
Пары	27
Туманы	—
Дым	28
Распространение газов. Конвекция	29
Взрывчатые газовые смеси	—
1. Таблицы	30
Вычисление концентрации газа	—
2. Основы анализа газов и родственных веществ	33
II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
A. Общая физиология дыхания	37
Общий обзор	—
Дыхание как путь абсорбции	—
Сущность дыхания	38
Ошибочные взгляды на дыхание	—
Объем дыхания	39
Строение легких	40
Приспособления, регулирующие дыхательный ритм	43
Раздражение легких и поверхностное дыхание	45
Объем дыхания и обмен воздуха	—
Дыхательный коэффициент	46
Разведение вдыхаемых газов	47
Отношение между кислородом и энергией	—
Расход энергии и объем дыхания	—
Величина тела, обмен веществ и объем дыхания	48
Регуляция процессов горения в организме	49
Мертвое пространство при дыхании	—
Действительная вентиляция в легких	50
Влияние кислорода на дыхание	—
Незначительность кислородного резерва	51
Углекислота в качестве регулятора дыхания	—
Величина и значение резерва углекислоты	52

Объем воздуха в легких	52
Фракционированная вентиляция легких	53
Обеспечение снабжения кислородом с помощью углекислоты	—
Углекислота и недостаток кислорода как средства, возбуждающие дыхание	55
Горная болезнь и акклиматизация	56
Дыхательные функции крови и их законы	57
Три функции гемоглобина	—
Соединение кислорода с гемоглобином	58
Влияние концентрации водородных ионов на гемоглобин	59
Перенос углекислоты	60
Концентрация водородных ионов в крови	61
Главные факторы при регулировании дыхания	62
Законы дыхательных функций крови	63
1. Регуляция с помощью углекислоты альвеол	—
2. Регуляция с помощью щелочи крови	64
3. Регуляция равновесия взаимодействием факторов	65
4. Зависимость pH от кислорода	—
5. Регуляция щелочности крови посредством pH	—
Основы физиологической регуляции	66
Практическое применение газовых законов	67
Обозначение концентрации газов	68
Вес объемов газов	71
Манометрическое и абсолютное давление	72
Отношение между объемом и давлением	—
О парциальном давлении	74
Влияние температуры на объем	—
Роль водяного пара	76
О растворах газов в жидкостях	76
Коэффициент растворимости	77
Растворимость по весу	—
Коэффициент распределения	78
Свойство паров	79
Растворимость паров	—
Основные принципы абсорбции, распределения и выделения летучих веществ	81
Реагирующие и нереагирующие газы	—
Основные принципы абсорбции нереагирующих газов	—
Общие данные об явлениях абсорбции	82
Выделение нереагирующих газов	84
Степень насыщения отдельных тканей или органов	—
Введение летучих веществ иными кроме дыхательных органов путями	85
Абсорбция и выделение реагирующих газов	—
В. Числовые данные к физиологии дыхания	86
а) Состав атмосферного воздуха	—
б) Состав выдыхаемого воздуха	87
в) Прочие числовые данные для дыхания (объем, скорость, частота, температура)	—
г) Легкие	91

III. ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

А. Классификация ядовитых газов и паров	93
В. Общая токсикология ядовитых газов и родственных соединений	96
1. Общие указания о действии ядовитых газов и паров	—
Удушающие (удушливые) газы	—
Раздражающие газы, их острое и хроническое действие и последствия	101
Ингаляционные наркотики и их производные	110
Органические соединения азота, действующие на кровь и кровообращение	116
Прочие ядовитые газы (металлы, металлоорганические соединения, неорганические соединения)	119

2. Изучение и оценка повреждений, вызываемых газами.	
Опыты на животных	121
а) Исследование в «неподвижной газовой смеси» (статический метод)	122
б) Исследование в «динамическом потоке газа» (динамический метод)	123
3. Заболевания, вызываемые вдыханием пыли	130
С. Специальная токсикология	142
1. Описание отдельных веществ	—
Кислород и озон	—
Кислород	144
Озон	146
Галогены	—
Хлор	159
Бром	162
Иод	163
Галогидные соединения иода	—
Одноклористый иод	—
Треххлористый иод	—
Однобромистый иод	—
Окислы хлора	—
Окись хлора	164
Двуокись хлора	—
Хлористый водород	170
Фтористый водород	173
Роданистый водород	—
Сера, селен, теллур	174
Сероводород	175
Сернистый газ (двуокись серы)	186
Серный ангидрид (триокись серы) и дымящая серная кислота	195
Серная кислота	—
Моноклористая сера	197
Хлористый тионил	198
Селенистый водород	199
Теллуристый водород	200
Двуокись теллура	—
Группа азота	201
Азот	—
Аммиак	207
Треххлористый азот	208
Азотистоводородная кислота	209
Закись азота (веселящий газ)	211
Окись азота	212
Нитрозные газы и пары	221
Хлористый нитрозил	—
Азотная кислота	222
Группа фосфора	223
Фосфор	225
Фосфористый водород	228
Треххлористый фосфор	229
Пятихлористый фосфор	230
Хлорокись фосфора	—
Трехсернистый фосфор	230
Группа мышьяка	231
Мышьжковистый водород	238
Треххлористый мышьяк	239
Мышьжковистый ангидрид (трехокись мышьяка, белый мышьяк)	242
Органические соединения мышьяка	248
Этилдихлорарсин («дик»)	250
Диэтилларсин	—
Хлорвинилларсины (люизит)	—

Дифенилхлорарсин	252
Дифенилцианарсин	254
Дифениламинхлорарсин (адамсит, фенарсазинхлорид)	255
Группа сурьмы	256
Сурьма	—
Сурьмянистый водород	258
Треххлористая сурьма	259
Органические соединения сурьмы	—
Группа углерода (простейшие соединения с кислородом)	—
Оксись углерода	287
Углекислота (двуокись углерода)	292
Фосген	300
Соединения кремния	—
Фтористый кремний	—
Группа металлов	—
Медь	301
Оксись магния	—
Оксись цинка	303
Соединения цинка	304
Кадмий	—
Ртуть	312
Алкильные ртутные соединения	313
Соединения олова	—
Оловянистый водород	314
Четыреххлористое олово	—
Органические соединения олова	315
Свинец	327
Тетраэтилсвинец	330
Германиевый водород	—
Четыреххлористый титан	331
Пятиокись ванадия (ванадиевый ангидрид)	—
Хром	334
Марганец	335
Карбонил железа (пентакарбонил железа)	336
Карбонил никеля	338
Радиоактивные вещества	339
Предельные углеводороды парафинового ряда	340
Метан	341
Пентан и его гомологи	342
Нефть и ее продукты	349
Бензин	350
Легкий бензин	—
Тяжелый бензин	353
Нефть и керосин	355
Непредельные углеводороды этиленового ряда (олефины)	356
Этилен	358
Пропилен	359
Амилены	361
Диолефины	362
Аллен (пропадиен)	363
Бутадиен-1,3 (дивинил)	364
Продукты полимеризации бутадиена — димер	—
Изопрен	365
Диметилбутадиен	—
Непредельные углеводороды ацетиленового ряда	365
Ацетилен	370
Гомологи ацетилена	—
Нафты (циклопарафины и циклоолефины)	—
Циклопропан (триметилен)	371
Циклопентан (пентаметилен) и его гомологи	—

Циклопентан	371
Метилциклопентан	—
Этилциклопентан	—
Пропилциклопентан	—
Циклопентадиен	373
Циклогексен (тетрагидробензол)	—
Ароматические углеводороды	375
Бензол, толуол, ксилол и гомологи	—
Нафталин	393
Гидронафталины (тетралин и декалин)	394
Гетероциклические, содержащие кислород, близкие к углеводородам соединения	395
Окись этилена	—
Фуран	400
Содержащие серу, близкие к углеводородам углеродные соединения	—
Сероводород	—
Сероуглерод	401
Тиофен	407
Галогензамещенные углеводороды жирного ряда	408
Моногалогенные производные метана	412
Хлористый метил	—
Бромистый метил	414
Иодистый метил	416
Хлористый метилен (дихлорметан)	417
Хлороформ	418
Бромформ	423
Четыреххлористый углерод	424
Моногалогенные производные этана	428
Хлористый этил (хлорэтил)	—
Бромистый этил (бромэтил)	429
Иодистый этил (иодэтил)	431
Хлористый этилен (дихлорэтан)	432
Бромистый этилен (бромэтилен, этиленбромид, дибромэтан)	433
Хлористый этилиден (α -дихлорэтан)	434
Трихлорэтан	435
Сим.-тетрахлорэтан (четыреххлористый ацетилен)	436
Сим.-тетрабромэтан (четырехбромистый ацетилен)	438
Пентахлорэтан (пятихлористый этан)	439
Хлористый пропил	440
Бромистый пропил	441
Хлористый изобутил	—
Дихлорэтилен (двуххлористый ацетилен)	442
Трихлорэтилен («три», бензиноль)	444
Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	447
Бромистый аллил	448
Дибромацетилен и динодацетилен	—
Галогензамещенные углеводороды ароматического ряда	449
Хлорбензол	—
Дихлорбензолы	450
Хлористый бензил	—
Бромистый бензил	452
Иодистый бензил	—
α -Бромбензилцианид	453
Хлористый бензаль (хлористый бензилиден)	—
Бромированные ксилолы	—
Перхлорнафталин (перна)	454
Фенолы	455
Фенол (карболовая кислота)	—
Циклогексано́л и метилциклогексано́л	456

Спирты жирного ряда	457
Метиловый спирт	459
Этиловый спирт	463
Пропиловые спирты	466
Бутиловые спирты	467
Амиловые спирты	468
Аллиловый спирт	469
Галогидзамещенные спирты жирного ряда	470
Этиленхлоргидрин	471
Дихлоргидрин (β, β' -дихлоризопропиловый спирт)	472
Эфиры	—
Диметиловый эфир	473
Диэтиловый эфир (этиловый эфир, эфир, «серный эфир»)	478
Непредельные эфиры	—
Моноэтиловый эфир этиленгликоля (гликольмоноэтиловый эфир, этил-гликоль, целлосоля)	479
Дихлордиметиловый эфир	480
Дибромдиметиловый эфир	—
Тиоспирты и тиоэфиры	—
Этилмеркаптан	481
Перхлорметилмеркаптан	482
Диметилсульфид	—
Диэтилсульфид	—
Дихлордиэтилсульфид	488
Диэтилдисульфид	—
Сложные эфиры	489
Диметилсульфат	492
Метиловый эфир хлорсульфоновой кислоты (метилхлорсульфат)	—
Этиловый эфир хлорсульфоновой кислоты (этилхлорсульфат)	493
Этиленнитрит	494
Аминитрит	495
Нитроглицерин	496
Этиленнитрат (азотноэтиловый эфир)	—
Сложные эфиры муравьиной кислоты	—
Метиловый эфир муравьиной кислоты (метилформиат)	497
Этиловый эфир муравьиной кислоты (этилформиат)	499
Бутиловый эфир муравьиной кислоты (<i>n</i> -бутилформиат)	—
Изоамиловый эфир муравьиной кислоты (<i>i</i> -амилформиат)	500
Циклогексаноформиат и метилциклогексаноформиат	—
Эфиры хлормуравьиной кислоты	—
Метиловый эфир хлормуравьиной кислоты (метиловый эфир хлор-угольной кислоты, метилхлорформиат)	501
Монохлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты (хлорметиловый эфир хлоругольной кислоты, хлорметилхлорформиат)	—
Дихлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты (дихлорметиловый эфир хлоругольной кислоты, дихлорметилхлорформиат)	502
Трихлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты (дифосген)	—
Метиловый эфир цианмуравьиной кислоты (цианугольный эфир)	503
Сложные эфиры уксусной кислоты	—
Метиловый эфир уксусной кислоты (метилацетат)	506
Этиловый эфир уксусной кислоты (этилацетат, уксусный эфир)	507
<i>n</i> -Пропиловый эфир уксусной кислоты (<i>n</i> -пропилацетат, 98%-ный)	—
<i>n</i> -Бутиловый эфир уксусной кислоты (<i>n</i> -бутилацетат)	509
Изоамиловый эфир уксусной кислоты (амилацетат)	510
Циклогексанолацетат (адроналацетат, гексадинацетат, секстат)	511
Эфиры бромуксусной кислоты	512
Этиловый эфир иодуксусной кислоты	—
Ацетоуксусный эфир	—
Альдегиды	513
Формальдегид	515
Ацетальдегид	—

Акролеин (акриальдегид)	517
Ацетали	518
Фуфурол (фурад)	519
Кетоны	520
Ацетон	522
Гомологи ацетона	—
Хлорацетон	523
Бромацетон и гомологи	—
а) Бромацетон	—
б) Бромметилэтилкетон	—
с) Дибромметилэтилкетон	524
Иодацетон	—
Хлорацетофенон (фенацилхлорид)	525
Органические кислоты	—
Муравьиная кислота	526
Уксусная кислота	527
Щавелевая кислота	—
Бензойная кислота	—
Хлорангидриды кислот	528
Хлорокись углерода (хлорангидрид угольной кислоты)	—
Хлористый тионил (хлорангидрид сернистой кислоты)	—
Хлористый нитрозил (хлорангидрид азотистой кислоты)	—
Хлорокись фосфора (хлорангидрид фосфорной кислоты)	—
Хлористый оксалил	529
Цианистые соединения	530
Цианистый водород (синильная кислота, нитрил муравьиной кислоты)	541
Дициан (нитрил щавелевой кислоты)	542
Хлорциан	543
Бромциан	—
Метилловый эфир цианмуравьиной кислоты и этиловый эфир цианмуравьиной кислоты (метилловый эфир цианугольной кислоты и этиловый эфир цианугольной кислоты)	545
Изоцианистые соединения (изонитрилы)	546
Кальций-цианамид (азотистая известь)	547
Изороданистый аллил (аллилизотиоцианат, аллиловое горчичное масло)	549
Хлористый фенилизонитрил (хлористый фенилкарбиламин)	550
Алифатические нитро-, диазо- и амносоединения	551
Тетранитрометан	—
Хлорпикрин (трихлорнитрометан, нитрохлороформ)	553
Нитроэтан	554
Нитропентан	—
Диазометан	555
Бутиламины	—
Ароматические нитро- и амносоединения	564
Нитробензол	566
Хлорнитробензолы	568
Динитробензол	570
Хлординитробензол (динитрохлорбензол)	—
Тринитробензол	571
Нитротолуолы	—
2,4-Динитротолуол	572
Тринитротолуол	574
Нитроксил	—
m-Тринитроксил	—
Нитрофенолы	—
Динитрофенол	—
Тринитрофенол (пикриновая кислота)	577
Тринитроанезол	578
α-Нитронафталин	579
Динитронафталин	580
Анилин	—
Хлоранилин	585
Нитроанилин	586

Тетранитрометиланилин (тетрил)	586
Толуидины и ксилидины	587
Хлортолуидины	588
m-Толуилеидиамин	—
p-Фенилендиамин	590
Бензидин	—
Рак мочевого пузыря у рабочих анилиновых производств	591
Гетероциклические ароматические основания	—
Пиридин	592
Акридин	593
Кониин	—
Никотин	597
Терпены и камфора	—
Терпентинное масло (скипидар)	599
Лимонное масло	—
Камфен	600
Камфора	601
Добавление	—
Ваниль	—
Сморчки	602
2. Таблицы токсического действия газов и шаров	604
3. Обзор важнейших специальных групп	—
a) Расстройства, вызываемые дыханием в атмосфере с измененным и ненормальным составом)	—
Высокое содержание кислорода и чистый кислород	—
Недостаток кислорода при нормальном давлении воздуха	605
Дыхание при пониженном давлении	607
Дыхание при повышенном давлении	609
Дыхание при высоких температурах	—
Горячие газы	610
Повышенная влажность воздуха	611
b) Смеси различных газов и комбинированные отравления	612
Газовые смеси в природе и в производственных условиях	620
Распознавание комбинированных отравлений	621
c) Зловонные газы. Запахи	—
Общие сведения	625
Дурно пахнущие газы каналов, клоак, уборных	626
«Испорченный воздух»	627
Дурно пахнущие газы на химических и прочих предприятиях	629
Устранение дурных запахов	631
Медицинская оценка дурных запахов	633
d) Технически важные газы	634
1) Горючие газы	638
2) Силовые газы	642
3) Газы, образующиеся при взрывах	645
4) Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах	653
5) Деготь и смола (вар)	656
6) Современные средства огнетушения	658
7) Органические растворители	668
8) Газы в холодильном деле	669
9) Сжиженные и сжатые газы	670
e) Газы на войне	—
Исторический обзор	671
Боевые отравляющие вещества	677
Химическая война	679
Прочие отравления газами на войне	680
Опасности отравления газами на военных кораблях	682
Воздух подводных лодок	—

г) Борьба с вредителями	684
Применяемые газы (оредства для газации)	685
Средства для задымления	696
Средства для разбрызгивания, распыливания и рассеивания	—
Обязательные постановления по защите растений, борьбе с вредителями и т. д.	697
г) Действие газов на пищевые продукты	700
д) Действие газов и других аналогичных веществ на растения	702
Дым	703
Светильный газ и окись углерода	705
Прочие ядовитые для растений газообразные вещества	706
Боевые отравляющие вещества	708
Действие некоторых важных химических веществ на растения	709
Защита растений и борьба с их повреждениями, вызванными дымом и газами	716
Д. Применение газов в медицине	—
Наркоз и ингаляционная анестезия	717
Ингаляционная терапия	719
IV. ЛЕЧЕНИЕ ГАЗОТРАВЛЕННЫХ	
1. Лечение острых отравлений удушающими газами с оглушающим действием	724
Спасательные мероприятия	—
Искусственное дыхание	726
Вдувание кислорода	732
2. Лечение острых отравлений раздражающими газами	739
3. Лечение острых отравлений прочими ядовитыми газами	744
Симптоматическое лечение	750
4. Лечение хронических отравлений	751
V. ПРОФИЛАКТИКА И ЗАЩИТА	
1. Профилактика	754
2. Противогазовая защита	755
а) Коллективная защита	—
б) Индивидуальная защита	758
Кислородные (изолирующие) приборы	761
Кислородные приборы с давлением	762
Химические кислородные приборы	764
Шланговые приборы (приборы для свежего воздуха)	766
Фильтрующие приборы	768
Защита от окиси углерода путем катализа	776
Фильтрующие приборы против туманов и дымов	779
Фильтрующие приборы против пыли	780
Приборы для присоединения фильтра к органам дыхания	781
Краткие правила для пользования противогазом	783
Советское законодательство по охране труда и предупреждению отравлений	786
Добавление редактора	795
Перечень важнейших постановлений и инструкций по охране труда	799
Стандарты (технические условия)	803
Указатель авторов	810
Предметный указатель	824

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Сталинская Конституция, принятая VIII Всесоюзным съездом Советов, законодательно закрепила победы трудящихся Советского Союза, достигнутые под руководством партии Ленина — Сталина. В нашей стране уничтожена вековая эксплуатация человека человеком; орудия и средства производства являются социалистической, общенародной, государственной собственностью. Построена новая социалистическая экономика без кризисов, нищеты и безработицы, создана новая передовая техника, в лице стахановцев созданы новые люди с новым коммунистическим отношением к труду.

Сталинская Конституция обеспечила в нашей стране право на труд, право на отдых, право на образование, право на материальное обеспечение в старости, а также в случаях болезни и потери трудоспособности.

Сталинская забота о человеке поднимает охрану труда и технику безопасности в нашей стране на такую высоту, о каковой никогда не может и мечтать трудящийся в условиях капитализма.

В деле охраны труда и техники безопасности немало навредили троцкистско-бухаринские агенты фашизма. Осуществляя диверсионные взрывы на предприятиях, в шахтах, проводя массовые отравления трудящихся, враги народа хотели надеть ярмо капитализма на народы СССР.

Февральско-мартовский пленум ЦК ВКП(б) 1937 г. со всей четкостью вскрыл недостатки нашей работы и наметил пути к их устранению. В целях скорейшей ликвидации последствий вредительства в области охраны труда и техники безопасности, решением правительства устанавливается строго регламентированный режим работы предприятий и соблюдение правил техники безопасности.

Широкое развитие химической промышленности в нашей стране ставит перед нашими хозяйственными организациями, научно-исследовательскими институтами, работниками в области охраны труда, техники безопасности и медицинскими работниками задачи разработки конкретных путей и методов полного оздоровления вредных

производств в химической промышленности. Здесь необходимо всестороннее изучение влияния различных химических веществ на человеческий организм, средств и способов защиты от ядовитых веществ, профилактики и терапии отравлений.

В книге Флюри и Церник авторы приводят обширный материал, связанный с токсическим действием различных химических веществ (вредных газов, паров, туманов, дымов и пыли), действующих на организм исключительно или преимущественно через органы дыхания. Авторы использовали в своей работе имеющуюся мировую книжную и журнальную литературу и свой большой личный опыт в этой области.

Книга состоит из общей и специальной части.

В общей части приводятся понятия о важнейших газовых законах, физико-химические данные, газовые константы и т. п. В физиологической части, заимствованной авторами из книги Гендерсона и Хаггарда «Noxious Gases», подробно приводятся физиологические основы дыхания, имеющие целью подготовить читателя к пониманию процессов ассимиляции вредных веществ, поступающих в легочную ткань через дыхательные пути. В специальной части приводятся химические и физико-химические константы и свойства отдельных ядовитых веществ, условия, при которых возможны отравления. Авторы описывают влияние отдельных веществ на организм различных животных и человека, иллюстрируя материал таблицами и диаграммами. Приводятся методы определения ядовитых веществ в воздухе, средства и способы защиты, профилактики и терапии отравлений.

Авторы, являясь крупными специалистами по токсикологии, приводят интересный материал в области действия на организм боевых отравляющих веществ.

Книга Флюри и Церник переработана применительно к нашим советским условиям. Так, выдержки из германского законодательства по труду заменены важнейшими выдержками из постановлений советских законодательных органов. Законодательный материал просмотрен по состоянию на 20/II 1938 г. в отделе охраны труда ВЦСПС.

Глава «Охрана труда рабочих» в книге Флюри и Церник заменена главой «Советское законодательство по охране труда». Приведен перечень важнейших постановлений и инструкций по охране труда.

Дано добавление о токсичности продуктов, образующихся при производстве СК, фенацетина, токсичности солей фтора и бериллия.

В приложении в конце книги приводятся технические условия из

стандартов ряда «технических» химических веществ, принятые в СССР. Редакция считала необходимым дать их потому, что технические примеси отдельных ядовитых веществ могут совершенно изменить токсикологические действия основного продукта. Эти данные будут полезны врачам-токсикологам для ориентировки в их работе.

В книге пополнены библиографические указатели как советской, так и иностранной литературой.

Книга будет полезной для врачей-токсикологов, работников по охране труда и техники безопасности, специалистов технологов и хозяйственников химической промышленности.

Г. Майрановский.

ВРЕДНЫЕ ГАЗЫ

1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОСНОВНЫЕ ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

Общие данные о газах

Вещество в природе существует в трех состояниях — твердом, жидком и газообразном. Газы отличаются от твердых и жидких образований прежде всего тем, что они не имеют определенной характерной формы и не занимают определенного пространства. Помещенный в сосуд газ равномерно заполняет весь его объем. При заданном объеме, давлении и температуре вес газа определенный. Так например 1 л воздуха весит при 0° и 760 мм давления около 1,293 г. Присутствие газа при известных условиях может быть воспринято непосредственно органами чувств. Некоторые газы, например хлор, бром, двуокись азота, окрашены, большинство же газов бесцветно. При известных условиях видны и бесцветные газы. Многие газы распознаются по запаху, вкусу, своеобразному действию на слизистые оболочки. Быстро движущиеся потоки газов воспринимаются осязанием.

Давление и объем

Объем данного количества газа определяется давлением, под которым газ находится, и температурой. Всякое изменение внешнего давления приводит одновременно также и к изменению объема газообразных тел. При уменьшении объема увеличивается давление, оказываемое ими на среду; при увеличении объема, наоборот, уменьшается давление. Закон Бойля-Мариотта гласит: «объем ограниченной в пространстве массы газа при постоянной температуре обратно пропорционален испытываемому или производимому им давлению»:

$$V_1 \cdot P_1 = P_2 \cdot V_2 \quad \text{или} \quad V_1 : V_2 = P_2 : P_1,$$

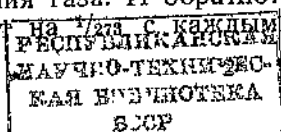
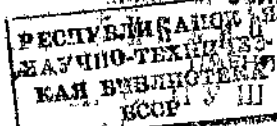
где V — объем газа, P — соответствующее давление.

Произведение давления и объема при неизменной температуре есть величина постоянная.

Расширение

У газов сила притяжения между отдельными частицами, так называемая сила сцепления, незначительна. Газы стремятся расшириться во всех направлениях и заполнить всякое свободное пространство. При повышении температуры газы увеличивают свой объем.

При неизменном давлении соотношения весьма просты, так как все газы обладают одинаковым коэффициентом расширения. По закону Гей-Люссака все газы при повышении температуры на 1° почти в точности расширяются на $\frac{1}{273}$ своего объема при 0°. Этот закон сохраняет свое действие почти до точки сжижения газа. И обратно: давление газа, заключенного в сосуд, возрастает на $\frac{1}{273}$ с каждым



Е. И. А.
И. И. А.

градусом Цельсия. Прирост давления дает коэффициент упругости газа, который таким образом равен коэффициенту его расширения.

Сжижение. Критическое состояние

Многие газы можно сжижать путем увеличения давления при комнатной температуре. Для каждого газа существует определенная температура, выше которой он не может быть переведен в жидкое состояние, даже при дальнейшем увеличении давления. Эту предельную температуру называют критической. Для углекислоты например она равна $+31^{\circ}$. При давлении в 73 ат образуются первые следы «жидкой углекислоты», как только температура опустится ниже этого предела. Критическим давлением газа называется то давление, которое необходимо для его сжижения при критической температуре. Соответствующий ему объем вещества называется критическим объемом. Он одинаков для обеих фаз (жидкой и газообразной).

Смешиваемость и диффузия

Все без исключения газы способны смешиваться друг с другом, образуя однородные смеси. Они обнаруживают кроме того, как и жидкости, но в гораздо большей степени, свойство постепенно самопроизвольно проникать друг в друга. Это явление называется диффузией. Смешение имеет место и тогда, когда отдельные газы отделены пористой стенкой или перепонкой. При этом обнаруживается, что легкие газы гораздо скорее диффундируют, чем тяжелые, так как скорость диффузии зависит от их молекулярного веса. Так например углекислота диффундирует через пористую стенку медленнее, чем воздух. При этом газы передвигаются навстречу друг другу со скоростью, приблизительно обратно пропорциональной квадратным корням из их молекулярного веса. Скорость вытекания двух газов через узкие отверстия также обратно пропорциональна квадратным корням их молекулярных или удельных весов. Скорость диффузии зависит от давления и увеличивается с температурой. По окончании смешения вся масса газа подчиняется общим законам газов, как совершенно однородное вещество.

При работе с газовыми смесями необходимо добиваться соответствующими приспособлениями (смесительные шары, мешалки и т. п.) возможно совершенного смешения их, особенно если имеются газы с сильно отличающейся плотностью.

Растворимость

Как и твердые тела, газы могут растворяться в жидкостях. При этом образуются либо физические смеси, либо новые химические соединения. Растворение газов в жидкостях называют также абсорбцией (поглощением). Степень растворимости определяется коэффициентом абсорбции; последний показывает, сколько кубических сантиметров газа, приведенного к 0° и 760 мм давления, растворится или поглощается единицей объема жидкости при определенном давлении и определенной температуре. Растворимость газа в жидкостях зависит от природы газа и растворителя и от давления и температуры. По закону растворимости Генри растворимость газа пропорциональна давлению. При уменьшении давления часть газа вы-

деляется из жидкости. Общеизвестным примером является появление газа при открытии посуды, наполненной жидкостью, содержащей углекислоту. Это же явление имеет место при нагревании газированных жидкостей. Оно вызывается уменьшением у большинства газов растворимости с повышением температуры и, напротив, увеличением ее при охлаждении. Растворение газов сопровождается выделением теплоты. Твердые тела, особенно в тщательно измельченном состоянии, также могут поглощать газы и связывать их; так например твердый парафин связывает летучие углеводороды. Однако не всегда здесь имеют место явления действительного растворения; в большинстве случаев дело идет о сгущении на поверхности (адсорбции).

Адсорбция

Сгущение газообразных веществ на поверхности твердых называют адсорбцией. Она может предшествовать абсорбции (поглощению, растворению). Тонко измельченный уголь и другие сильно пористые вещества отличаются особенно высокой способностью к адсорбции. Аморфные вещества адсорбируют лучше кристаллических. Процесс адсорбции связан с выделением тепла (теплота адсорбции). У сильно адсорбируемых газов выделение тепла больше, чем у слабо адсорбируемых. В общем адсорбция зависит от температуры: при повышении температуры она слабее, а при понижении — сильнее. При постоянной температуре количество адсорбируемого газа зависит только от давления. Скорость адсорбции зависит от адсорбирующего вещества, величины его поверхности, а также способности газа к сгущению. В точности адсорбция означает всякое изменение концентрации в поверхностном слое. При «положительной адсорбции» концентрация в нем выше, чем в однородном объеме газа, а при «отрицательной адсорбции» она меньше. Как правило, при явлениях адсорбции соединение с газом — нестойкое; при более сильном связывании, например непористым веществом или металлом, говорят об окклюзии.

Явления адсорбции имеют большое практическое значение при взаимодействии газов со стенами, почвой, деревом (например при прорывах газопроводных труб), в борьбе с вредителями с помощью ядовитых газов в жилых помещениях. Газы, смотря по их адсорбиционной способности, проникают более или менее легко через стены и распространяются через них в другие помещения. На адсорбции газов основано также действие фильтра в противогазе. И в биологии, например при раздражающем действии газов на слизистые оболочки, а также в обонянии явлениям адсорбции принадлежит большая роль. При самовозгорании органических веществ, при взрывах угольной пыли важнейшее значение имеет адсорбция кислорода на поверхности горючего вещества.

Явления адсорбции поддаются количественному учету. По Фрейндлиху можно отнести количество адсорбированного газа к единице адсорбирующего вещества. Тогда адсорбированное количество на единицу веса адсорбента выразится формулой $a = \frac{x}{m}$, в которой x означает общий объем адсорбированного вещества, m — вес адсорбирующего вещества, a — объем газа, адсорбированного 1 г адсорбирующего вещества, выраженный в кубических сантиметрах при 0° и давлении в 1 ат. Если выразить давление p в сантиметрах ртут-

ного столба, то ход кривой α — p можно на основании эмпирически найденного уравнения представить следующей формулой

$$\alpha = \alpha \cdot p^{\frac{1}{n}},$$

где α — величина адсорбции — представляет количество адсорбированного вещества при давлении 1 (1 см рт. ст.). Она есть величина, характерная для адсорбируемого газа и адсорбирующего вещества.

Адсорбционный показатель $\frac{1}{n}$ изменяется закономерно в соответствии с температурой и природой газа. Вышеприведенная формула, называемая изотермой* адсорбции, дает возможность вычислить изменения адсорбции газов и представить их в форме характерных кривых.

Удельный вес и плотность

Удельным весом называется число, показывающее, во сколько раз данное тело тяжелее равновеликого объема нормального вещества, служащего для сравнения; плотность есть выраженная в граммах масса единицы объема — кубического сантиметра. В первом случае получается отвлеченное, во втором именованное число. Однако для практических целей можно отождествить удельный вес с плотностью. Удельный вес газов и паров вычислен по отношению к воде. Обыкновенно обозначают (не вполне правильно) как плотность удельный вес газов или паров, отнесенный к воздуху в равном объеме и одинаковой температуры.

Удельный вес и плотность изменяются с температурой. Ввиду этого они для сравнения должны быть всегда вычислены при так называемых нормальных условиях, т. е. при 0° и атмосферном давлении в 760 мм.

Приблизительный удельный вес газов и паров в отношении воздуха можно найти, если разделить молекулярный вес их на 28,98 — средний молекулярный вес воздуха. Во всяком случае при экспериментальном определении получаются обычно слегка уклоняющиеся от этой цифры величины.

Удельным объемом вещества называют объем единицы массы его; он является величиной, обратной плотности.

Закон Авогадро

При реакциях газообразных веществ газы всегда соединяются в объемных отношениях, которые выражаются целыми числами. Из этого факта Авогадро вывел следующий закон, имевший для развития теоретической химии весьма важное значение:

Количество молекул, заключающееся в определенном объеме газа, при равном давлении и равной температуре одинаково для всех газов.

Из этого закона, по которому различные газы в равных объемах единиц содержат всегда равное число молекул, можно вывести второй закон:

Плотности двух газов относятся, как их молекулярные веса.

* Изотермами в физике называются линии, связывающие точки с одинаковой температурой.

При работе с газами принимается за единицу количество газа, весящее столько граммов, сколько составляет его молекулярный вес. Такое количество называют грамм-молекулой, или сокращенно — м о л е м. Из закона Авогадро вытекает, что моли всех газов в нормальном состоянии занимают одинаковый объем. Этот объем равен при давлении 1 ат и $0^{\circ} 22,4$ л.

Для многих практических целей удобнее вычислять вес литра не при 0° , а при комнатной температуре (20°). Вес этот можно, хотя и не вполне точно, определить, разделив молекулярный вес газа или пара на 24.

Определение объема. Нормальные условия

Измерение неизвестного объема газа производится обыкновенно в калиброванных бюретках, «газовых бюретках» или «газовых пипетках». При этом всегда должны быть определены давление и температура, так как объем газов изменяется соответственно давлению и температуре. В качестве изолирующих жидкостей прежде всего служат ртуть, иногда насыщенные водные растворы поваренной соли, а также глицерин, который многих газов почти не абсорбирует. При пользовании водой необходимо давление ее паров вычесть из общего давления влажного газа. Чтобы получить сравнимые данные при этих измерениях, полученные величины всегда приводят к объему газа при 0° как к нормальной температуре и 760 мм рт. ст. как к нормальному давлению. Приведенный к «нормальным условиям» объем газа получается из формулы:

$$V_0 = V \frac{p - p_s}{760 (1 + \alpha \cdot t)},$$

где V_0 — искомый нормальный объем (при 0° и 760 мм рт. ст.);

V — отсчитанный объем;

p — давление по барометру;

p_s — давление паров воды;

α — коэффициент расширения газов (0,00367);

t — температура по Цельсию.

О методах измерения газов и анализа газов см. раздел «Основы анализа газов и т. д.».

Определение давления

Методы измерения давления газов зависят от величины подлежащего измерению давления. Если давление незначительно, то проще всего определяется обратное гидростатическое давление столба жидкости. Применяемые для этого приборы состоят обыкновенно из трубки, соединенной с сообщающимся сосудом (манометром). Простейшую их форму представляет коленчатая U-образная трубка. В качестве жидкости служат обыкновенно вещества с незначительным давлением паров и незначительным поверхностным натяжением, как-то: масла, глицерин, керосин; ртуть имеет то преимущество, что газы она адсорбирует в ничтожнейшей степени.

Для определения более высокого давления предпочтительно измерять изменение объема соответствующего газа, обусловленное этим давлением (воздушный манометр). Удобны в обращении пружинные манометры. Они основаны на изменении формы эластиче-

ских пустых тел, причем по большей части применяются закрытые с одной стороны спиральные или кольцеобразные металлические трубки. Вследствие увеличения внутреннего давления происходит изменение их формы, например выпрямление, приблизительно пропорциональное давлению. Металлические манометры этого типа очень прочны, но не подходят для точных измерений. Они все же пригодны для многих практических целей.

Для газов, действующих на металлы, металлические манометры неприменимы. Вместо них можно пользоваться химически индифферентными пружинными манометрами из стекла или кварца. Первые содержат внутри сосуда стеклянную спираль, форма которой изменяется соответственно давлению в сосуде. Габер и Кершбаум предложили метод, основанный на измерении колебаний кварцевой пружины.

Простым прибором для измерения малых давлений и разностей давления является «уровень Теплера». Он состоит из равноплечного стеклянного манометра с почти горизонтальными боковыми коленами. При этом измеряют степень передвижения изолирующей жидкости (ксиллол, керосин). Кроме того для очень малых давлений сконструированы особые манометры с мембраной, например для физиологических целей.

Для измерения очень высоких давлений применяются ртутные манометры большой длины и особенно прочно устроенные металлические манометры.

Описанные методы измерения давления газов применяются не только к газам, находящимся в состоянии покоя, но и к движущимся газам.

Измерение скорости движения газов

Для этой цели применяются или приборы, основанные на принципе U-образного манометра, т. е. на гидростатическом методе, или же построенные по принципу измерения движения ветра (анемометрический метод) вращающиеся измерители (ротаметры).

К первой группе принадлежат приборы для измерения разности давления (дифференциальные манометры), микроманометры и др. В этих приборах в трубках получается разница в давлении, благодаря включению сужения (капилляра) или другого аналогично действующего задерживающего приспособления (в форме трубки, кольца, насадки и т. п.). В месте сужения повышается давление. Разность в давлении находится в закономерной связи со скоростью движения и количеством протекающего газа, благодаря чему возможно вычисление этих величин по эмпирически нанесенным делениям. Измеренная разность давления является мерой протекающего объема воздуха. Она тем больше, чем быстрее движение газа.

Мы здесь указываем лишь несколько наиболее распространенных в технике приборов для измерения протекающего количества воздуха или газа. Наиболее простые измерители движущегося газа содержат один единственный капилляр, который благодаря включению в трубку этого сужения задерживает ток газа. Капилляр связан с U-образным манометром. Для наполнения таких манометров применяются, смотря по свойствам газа, вода, солевые растворы, концентрированная серная кислота, вазелиновое масло, органические соединения, ртуть и т. д. При вычислении количества газа отмеченное давление должно быть умножено на удельный вес газа.

В дифференциальном манометре по Юсту и Кауко* капиллярное сужение включается в промежуточный изгиб между ветвями манометра. Деления наносятся в этих аппаратах эмпирически по соответствующему газу путем измерения протекающего в единицу времени количества газа и отметки на примыкающей шкале.

Капометр** (Capomesser) содержит несколько капилляров различной длины, которые смотря по надобности по отдельности могут быть включены в ток газа.

Все этого рода капиллярные измерительные приборы в принципе состоят из трубок с узким просветом (капилляром), связанных с манометрами. Их включают в ток газа и наносят эмпирические деления. Благодаря таким приборам получается всегда понижение давления.

К течению газа через капилляр в известных пределах применим закон Пуазейля.

$$V = \frac{\pi \cdot H r^4}{8 \cdot \eta \cdot L},$$

где H — разность давления, r — радиус капилляра, L — длина капилляра, η — внутреннее трение газа, V — объем газа в кубических сантиметрах в секунду. Важнейшим выводом из этого закона является зависимость количества протекающего газа от показанной манометром разности давления.

Дальше из формулы Пуазейля вытекает, что скорость движения газа через капилляры зависит от внутреннего трения газа. Под внутренним трением газа следует понимать ускоряющее или же замедляющее действие, которое оказывают друг на друга два слоя газа, передвигающиеся с различной скоростью. Различная скорость движения газа в капилляре получается, поскольку движение вблизи центра просвета капилляра наиболее быстрое, у стенки же оно уменьшается. Внутреннее трение можно также определить как силу, с которой быстрее движущийся слой газа при разнице в скорости, равной единице, влияет на единицу поверхности слоя газа, находящегося в более медленном движении. Внутреннее трение для различных газов различно. Оно должно быть принято во внимание, когда капиллярный прибор для измерения движения газа, калиброванный для определенного газа, применяется для какого-либо другого газа. Кроме того внутреннее трение одного и того же газа зависит от температуры последнего. Поэтому рекомендуется при работе с капиллярными приборами для измерения движения газов работать при той же температуре, при которой был калиброван аппарат.

Внутреннее трение по Максвеллу не зависит ни от плотности применяемого газа, ни от давления, под которым газ находится.

С помощью капиллярных приборов можно обратно определить относительную вязкость газа. Для этого определяют время протекания одинаковых объемов подлежащего исследованию газа и стандартного газа, служащего для сравнения и обладающего известной вязкостью, например воздуха. Относительная вязкость равна

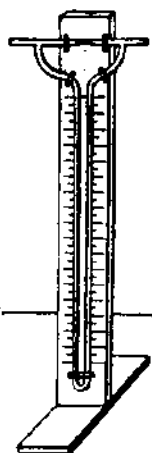


Рис. 1. Дифференциальный манометр.

* G. Just u. Y. Kauko, Ztschr. physik. Ch., 76, 609 (1911).

** Ubbelohde u. Hofsäss, Ein Momentgasmesser „Capomesser“ und ein Zählgasmesser für Gase, Ztschr. Elektrochem., 19, 32 (1913).

частному от деления времени протекания указанных выше газов, умноженному на внутреннее трение стандартного газа, служащего для сравнения:

$$\frac{A_{\text{воздуха}}}{A_{\text{газа}}} \cdot \eta_{\text{воздуха}} = \eta_{\text{газа}}.$$

Благодаря внутреннему трению газа в узких и длинных трубках получается большее или меньшее понижение давления. Понижение давления прямо пропорционально длине трубок и обратно пропорционально приблизительно четвертой степени диаметра трубок. Таким образом благодаря внутреннему трению — при одинаковом давлении в начале трубки прибора — быстрота движения газа в узких и длинных трубках будет меньше, чем в широких и коротких трубках. Особенно значительное трение получается часто в кранах с узкими просветами.

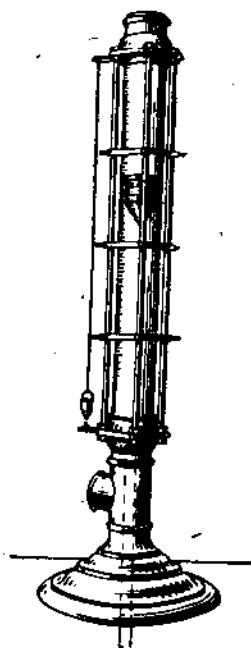


Рис. 2. Ротаметр.

Другие применяемые с весьма разнообразными целями приборы для измерения скорости движения газа, но не абсолютного количества его, так называемые ротаметры, основаны на анемометрическом принципе. Подлежащая измерению струя течет снизу вверх по вертикальной стеклянной трубке, кверху постепенно расширяющейся, и подымает в трубке поплавков на различную высоту, смотря по силе движения газовой струи. Высота уровня поплавка показывает быстроту движения в данный момент. Поплавков благодаря специальным нарезкам приводится во вращательное движение по принципу сегнера колеса и удерживается в вертикальном положении. Так как показания ротаметра зависят от плотности газа и температуры его, то он должен быть эмпирически выверен. Невыверенные ротаметры могут в качестве ротационных регуляторов служить для регулировки скорости и равномерности поступления газа.

Для приблизительного измерения больших количеств газа служат общеизвестные газовые часы. Не вдаваясь в подробное их описание, укажем лишь на особенно маленький газометр, пригодный на пример для некоторых опытов на животных, в которых требуется незначительное сопротивление дыханию. Они описаны Гильдемейстером*.

Газовые часы пригодны для измерения расхода газа лишь в пределах, данных их конструкцией. Они должны быть выверены и время от времени проверены. С помощью стрелки на циферблате они показывают количество газа, действительно прошедшее через них. Так называемые опытные газовые часы могут быть при помощи простых приспособлений в любой момент переведены на полевое деление, аналогично хронометру.

* Gildemeister, Ztschr. exper. Med., 13, 305 (1921).

Пары

Парами можно назвать все газообразные тела, которые благодаря повышению температуры образовались из жидкости и которые могут быть вновь обращены в жидкость. В то время как газы, в более узком смысле этого слова, не могут при обычном давлении и температуре существовать в виде жидкостей, пары могут быть переведены в жидкую форму, например водяные, бромные, алкогольные пары. Пары могут быть образованы также твердыми телами. Многие твердые тела можно при нагревании перевести в жидкое, а затем в газообразное состояние. При возгонке твердые тела превращаются в пар без плавления. При испарении пар образуется лишь на поверхности жидкости, при кипении же он образуется внутри жидкости там, где упругость пара становится равной давлению, под которым находится жидкость. Образовавшийся пар создает в воздухе или пространстве над жидкостью, наполненном другим газом, определенное давление. Это давление равно давлению, под которым пар выделяется из жидкости.

Если в пространстве над жидкостью образуется такое количество пара, какое только возможно при данной температуре, то оно (пространство) является насыщенным паром. Пока этого нет или в случае, когда жидкости недостаточно для насыщения паром имеющегося пространства, говорят о ненасыщенном паре. Различие между насыщенным и ненасыщенным паром имеет большое практическое значение. Ненасыщенные пары обладают свойствами газов. Так, они приблизительно подчиняются закону Бойля-Мариотта, т. е. объем замкнутой в пространстве массы пара обратно пропорционален оказываемому на него давлению, или произведение объема на давление замкнутой массы пара есть величина постоянная:

$$P \cdot V = \text{const.}$$

Закон однако верен лишь в случае, когда давление не слишком велико.

При изменениях температуры ненасыщенные пары ведут себя аналогично газам. Иначе ведут себя насыщенные пары. Вследствие наступающего при определенной температуре превращения в жидкость они обнаруживают другие свойства в отношениях между давлением и объемом.

Явления адсорбции у паров в общем такие же, как и у газов. При адсорбции паров, т. е. газов, которые близки к состоянию насыщения, следует считаться с тем, что адсорбирующее средство (адсорбент) покрывается жидкой пленкой; благодаря этому адсорбируются гораздо большие количества, чем у несмачиваемых поверхностей. Некоторые пары с высокой точкой кипения, ароматические вещества с высоким молекулярным весом, керосин, так же как туманы и дымы, например табачный дым, благодаря адсорбции очень крепко пристаю к тканям, волосам, волокнам, клетчатке и т. п.

Туманы

Туманы отличаются тем, что они содержат взвешенную в газе жидкость, состоящую из капелек или пузырьков. По Фрейндлиху* туман можно рассматривать как дисперсное образование, дисперсионная среда которого газообразна, а дисперсная фаза жидка.

* Freundlich H., Capillarchemie, Leipzig 1922.

Капли дисперсной фазы крайне малы, — приблизительно величины ультрамикроскопического порядка. Туманы возникают различными путями. Они могут образоваться например благодаря конденсации вследствие сгущения пересыщенного пара. В атмосфере туман образуется благодаря охлаждению влажного воздуха. Выделение капелек из пересыщенного пара может последовать лишь при наличии ядер конденсации. Быстрота образования ядер конденсации тем больше, чем сильнее пересыщение и чем интенсивнее процесс охлаждения пара. Образованию ядер способствуют находящиеся в воздухе твердые вещества, пыль, копоть и т. п. Вблизи больших городов и промышленных центров туманы образуются особенно легко.

Ядра конденсации для образования туманов дают также некоторые химические соединения, например концентрированные минеральные кислоты, особенно вещества, образующие водные растворы с очень незначительной упругостью пара, кроме того воздух, который содержит заряды электричества (ионы) или через который проходят электрические искры или лучи, а также газы пламени. Туманы возникают также при химических газовых реакциях, при которых образуются нелетучие жидкости или твердые вещества, например при производстве серной кислоты или при разнообразных процессах горения. Наконец туманы можно получить путем тончайшего распыления веществ механическим способом. Для образования туманов механическим диспергированием, жидкости или растворы твердых тел распыляются соответствующими приборами. При взрывах также образуются туманы. Соответствующие жидкости или твердые вещества, смешанные с взрывчатыми веществами, превращаются при взрыве в туман или дым.

Цвет тумана зависит от величины частиц. Белые туманы состоят из более крупных частиц, чем цветные. Способность туманов к диффузии крайне незначительна. С точки зрения противохимической защиты важно знать, что туманы вследствие малой подвижности своих частиц в общем хуже адсорбируются, чем газы; это особенно относится к таким адсорбентам как пористый древесный уголь. Табачный дым также мало задерживается угольными фильтрами.

Дым

В отличие от тумана дым состоит из взвешенных в газе твердых частиц аморфного или кристаллического строения. С точки зрения коллоидной химии дым следует рассматривать как систему, состоящую из газообразной дисперсионной среды с твердой дисперсной фазой. В физическом отношении дым тесно примыкает к туману. Смотря по происхождению, состав его крайне разнообразен. Обыкновенный дым содержит в виде газов по большей части продукты горения, как окись углерода, угольную кислоту, затем пары, например углеводороды, пары воды, далее капли жидкости, например составные части смолы и т. п., и наконец взвешенные твердые вещества, например продукты неполного сгорания, минеральные вещества (пепел). О составе табачного дыма ср. раздел «Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах». В обыденной жизни понятия «туман» и «дым» не разделяются резко. И в военном деле говорят обычно то о дыме, то о тумане. Химики до сих пор говорят о «дымящих кислотах» по поводу туманов, образованных кислотами. Это противоречит понятию о дыме как о продукте процессов горения. Образование туманов не имеет ничего общего с горением и зависит скорее от влажности воздуха.

В физическом отношении дым стоит близко к некоторым видам пыли, в которых также имеется смесь твердых частиц в газообразной среде. Вследствие этого эти виды пыли в общем ведут себя так же, как дымы и туманы.

По поводу тумана и дыма ср. разделы «Заболевания, вызываемые вдыханием пыли», «Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах», «Газы на войне», «Применение газов в медицине» и «Противогазовая защита».

Распространение газов. Конвекция

Распространение газов осуществляется не только диффузией, но и токами воздуха — ветром и конвекционными течениями, возникающими в результате неравномерного нагрева газа. При этом более нагретые слои газа передвигаются кверху, более холодные слои падают вниз. При наблюдении табачного дыма в комнате можно легко заметить такие течения. Чтобы получить одинаковую концентрацию газа во всех частях исследуемого пространства, необходимо продолжительное размешивание. Эти конвекционные течения имеют важнейшее значение в вопросах вентиляции, проветривания, тяги при помощи пламени, при отравлении газами в закрытом помещении, на фабриках и лабораториях, при распространении светильного газа в зданиях, при пожарах, особенно в подвалах, при отравлении дымами, в борьбе с вредителями при помощи газов на кораблях, в складах и т. п. В качестве примера напомним случай массового отравления благодаря горению рентгеновских пленок в одной больнице в Кливленде в 1929 г. В этом случае ядовитые газы от горения проникли во все помещения из подвала по лестнице.

Взрывчатые газовые смеси

При известных обстоятельствах при работе с газами могут возникнуть несчастные случаи вследствие внезапного сильного увеличения объема газов или внезапного образования больших количеств газа. Ввиду этого вкратце рассмотрим здесь соответствующие условия. Известно, что смеси воздуха с такими «горючими» газами, как всякого рода углеводороды: ацетилен, этилен, бензин, бензол, «взрывчатые». Это обуславливается химическими свойствами таких соединений. Во всех способных к реакции химических системах с большей или меньшей скоростью устанавливается состояние равновесия. Можно предполагать, что например в смеси кислорода или воздуха с другим окисляющимся газо- или парообразным веществом процессы окисления происходят уже при обыкновенной температуре, хотя и весьма замедленные во времени. Эти процессы протекают иногда так медленно, что не могут быть измерены. Такие химические реакции при повышении температуры закономерно ускоряются, а при некоторых обстоятельствах они протекают весьма бурно. Газы обнаруживают весьма большую разницу в скорости реакции, зависящей от температуры. У взрывчатых смесей имеется определенная температура воспламенения или взрыва. Если эта температура достигнута хотя бы только в части смеси, то наступает воспламенение или взрыв. Для этого достаточно нагревания в одном месте до определенной температуры. Наступившая реакция распространяется с величайшей, все возрастающей скоростью по всей системе благодаря громадному развитию тепловой энергии. Большей частью причиной взрыва является искра,

пришедшая в соприкосновение с газом; часто дело в совершенно незначительных, иногда не могущих быть распознанными причинах.

Вследствие сильного повышения давления в некоторых случаях горючая смесь может разогреться, а затем воспламениться или взорваться.

При взрыве «взрывная волна» распространяется с большой скоростью и при одновременном сгорании газовой смеси. Благодаря внезапному повышению давления она вызывает при некоторых обстоятельствах разрушение стенок сосудов и прочие последствия взрыва в замкнутом пространстве.

Упомянутые газы взрывают однако не при всяком соотношении смеси с воздухом или кислородом, но в определенных его пределах. Так например смесь метана с воздухом взрывчата только при содержании более 5,3% метана (гремучий рудничный газ), для смеси водорода с воздухом нижний предел 4,1% водорода; ацетилен взрывает с воздухом только при содержании ацетилена выше 2,8% и менее 65%. Окись углерода взрывает в воздухе при содержании 15—75%, светильный газ около 10—20%, бензол при 1—60%. То же относится к аммиаку (16—27%).

Существуют также однородного состава газы, например ацетилен или озон, которые могут взрывать, превращаясь в более устойчивые вещества. То же касается жидкой синильной кислоты. Бомбы с кислородом могут взрывать при содержании нескольких процентов водорода, то же самое бывает с бомбами водорода, содержащими кислород или воздух. При взрывах жидкостей и твердых тел имеются гораздо более сложные условия, чем у газов, но и здесь дело всегда в выделении большого количества тепла и внезапном расширении объема. Все взрывчатые вещества отличаются неустойчивостью и образованием при разложении в кратчайший промежуток времени больших количеств газа высокой температуры. Взрывчатость некоторых газов может быть использована для объемного анализа. Этот анализ производится в так называемых эвдиометрах (Explosionspipetten).

Отравления взрывчатыми газами разбираются в разделе «Газы, образующиеся при взрывах».

Литература

- Berliner u. Scheel, Physikalisches Handwörterbuch, Berlin 1924 (см. также выходящий из печати «Физический словарь», ОНТИ, 1937).
 Эйкен А., Курс химической физики, вып. 1—3, М. — Л. 1933—1935.
 Freundlich H., Capillarchemie, 2 Aufl., Leipzig 1922.
 Grimsehl E., Lehrbuch der Physik, 5 Aufl., Berlin 1921 (есть рус. пер.).
 Nernst W., Theoretische Chemie, 8 bis 10 Aufl., Stuttgart 1921.
 Оствальд — Лютер — Друкер, Физико-химические измерения, ч. I и II, Л. 1936.

1. Таблицы

Вычисление концентрации газа *

В нижеследующих данных и формулах приняты обозначения:

m — миллиграммы в литре,

M — молекулярный вес,

P — давление воздуха в мм Hg,

T — абсолютная температура (градусы Цельсия + 273),

X — вычисляемая величина: степень токсичности и т. п.

* Веддер, Медицинские вопросы химической войны, изд. «На варті», Харьков, 1932. Ср. также таблицы в разделе «Общая физиология дыхания».

I. Перевод в миллиграммы на литр

1. Части на 1000 миллионов:

Кубические миллиметры в кубическом метре X
 Миллиграммы в литре m

$$m = \frac{X \cdot M \cdot P}{62\,360\,000 \cdot T}$$

при 25° и 760 мм:

$$m = \frac{X \cdot M}{24\,450\,000}$$

2. Части на 1 миллион:

Кубические сантиметры в кубическом метре X
 Миллиграммы в литре m

$$m = \frac{X \cdot M \cdot P}{62\,360 \cdot T}$$

при 25° и 760 мм:

$$m = \frac{X \cdot M}{24\,450}$$

3. Части на тысячу:

Кубические сантиметры в литре X
 Миллиграммы в литре m

$$m = \frac{X \cdot M \cdot P}{62,36 \cdot T}$$

при 25° и 760 мм:

$$m = \frac{X \cdot M}{24,45}$$

4. Части на сто (проценты):

Кубические сантиметры на 100 см³ X
 Миллиграммы в литре m

$$m = \frac{X \cdot M \cdot P}{6,236 \cdot T}$$

при 25° и 760 мм:

$$m = \frac{X \cdot M}{2,445}$$

5. Граммы в кубическом метре (X):

Миллиграммы в литре m
 $m = X$

II. Перевод миллиграммов на литр в другие меры

1. Части на 1000 миллионов:

Кубические миллиметры в кубическом метре X
 Миллиграммы в литре m

$$X = \frac{62\,360\,000 \cdot m \cdot T}{M \cdot P}$$

при 25° и 760 мм:

$$X = \frac{24\,450\,000 \cdot m}{M}$$

2. Части на миллион:

Кубические сантиметры в кубическом метре X
 Миллиграммы в литре m

$$X = \frac{62\,360 \cdot m \cdot T}{M \cdot P}$$

при 25° и 760 мм:

$$X = \frac{24\,450 \cdot m}{M}$$

3. Части на тысячу:

Кубические сантиметры в литре X
 Миллиграммы в литре m

$$X = \frac{62,36 \cdot m \cdot T}{M \cdot P},$$

при 25° и 760 мм:

$$X = \frac{24,45 \cdot m}{M}.$$

4. Части на сто (проценты):

Кубические сантиметры в 100 см³ X
Миллиграммы в литре m

$$X = \frac{6,236 \cdot m \cdot T}{M \cdot P},$$

при 25° и 760 мм:

$$X = \frac{2,445 \cdot m}{M}.$$

5. Граммы в кубическом метре (X):

Миллиграммы в литре m

$$X = m.$$

И при переводе английских унций в 1000 кубических футов (X):

$$X = m.$$

III. Перевод (пересчет) концентраций, данных в целых числах

При отношении примерно 1:100 или 1:3000 величину разведения Z, в данном случае равную 100 или 3000, вводят в следующие формулы.

1. Части на миллион = X:

$$X = \frac{1\,000\,000}{Z}.$$

2. Миллиграммы на литр = m:

$$m = \frac{M \cdot P}{0,06236 \cdot Z \cdot T},$$

при 25° и 760 мм:

$$m = \frac{M}{0,02445 \cdot Z}.$$

При разведении хлора 1:3000

$$m = \frac{70,92}{0,02445 \cdot 3\,000} = 0,96,$$

т. е. в 1 л воздуха содержится 0,96 мг хлора.

IV. Перевод (пересчет) газовых объемов при изменениях давления и температуры

V — первоначальный объем;

V₁ — измененный объем (вследствие изменения давления и температуры);

T — первоначальная температура;

T₁ — измененная температура.

$$V_1 = V \cdot \frac{P}{P_1} \cdot \frac{T_1}{T}.$$

V. Перевод концентрации газа к нормальному состоянию

Пример: Концентрация 150 см³ газа в 1 м³ воздуха при 20° и 760 мм должна быть приведена к 0° и 760 мм

$$V_1 = 150 \cdot \frac{760}{760} \cdot \frac{273}{293} = 128,3 \text{ см}^3.$$

При переводе объема газа к нормальному состоянию пользуются упрощенной формулой:

$$V_1 = \frac{VP}{2,78 T},$$

в которой V представляет первоначальный объем при температуре T и давлении P.

2. Оснoвы анализа газов и родственных веществ *

Исследование небольших и минимальных количеств вредных составных частей в воздухе требует особой тщательности и подробного знания веществ, даже при выборе метода анализа. Дело может идти о газах, парах, туманах или частицах пыли.

I. В каждом отдельном случае стремятся определить при помощи измерения или взвешивания инородные составные части в измеренном объеме воздуха. Там, где доступно, применяют для протягивания больших количеств воздуха водоструйный насос и измеряют пропускаемый объем при помощи калиброванного измерителя. Применяются также, особенно на открытом воздухе, маятниковые и мерные аспираторы, как например газоанализаторы по Вирту.

В качестве приборов для абсорбции и вместе с тем для реакции применяют U-образные трубки и промывные склянки. Промывные склянки со стеклянным фильтром, изготовляемые фирмой Шотт (Иена), дают хорошее дробление газа и благодаря этому большую скорость абсорбции или реакции с данной жидкостью. Число промывных склянок должно быть установлено путем опыта. В последней склянке должны находиться лишь следы исследуемого вещества.

Как правило, следует избегать резиновых и других проводок, а вводить колбы непосредственно в ток воздуха. При всяких видах пыли и тумана ни при каких обстоятельствах не следует применять соединение трубками.

II. Если подлежащие определению количества газов вследствие незначительной концентрации прямым путем не улавливаются, то их следует обогащать.

1. Обогащение осуществляется методом охлаждения, при котором определенное измеренное количество воздуха проводится через охлаждаемые трубки и сосуды. Охлаждающее вещество должно применяться в соответствии с упругостью пара охлаждаемого вещества. Можно применять смесь льда с поваренной солью (-16°), твердую углекислоту и ацетон (-87°) или жидкий воздух. При этом методе конденсированное вещество остается неизменным.

2. Второй метод обогащения состоит в пропуске определенного количества воздуха через U-образную трубку, содержащую активированный уголь или силикагель. От характера исследуемого вещества зависит, нужно ли U-образную трубку, содержащую адсорбирующее средство, охлаждать, нужно ли и должно ли ввести осушающие средства и необходимо ли применение обезвоженного активированного угля. Вещества, которые, как например фосген, легко подвергаются гидролизу, не должны поглощаться содержащим воду активированным углем.

По обогащении вещества его можно извлечь при помощи водяного пара или экстрагировать из активированного угля посредством соответствующего растворителя.

Изолированное таким образом вещество распознается и определяется физическими и химическими методами. Определяют точку плавления, показатель преломления, температуру кипения, иодное число, число омыления, удельный вес и запах.

* В разработке вопросов газового анализа в данном труде оказал содействие проф. д-р Wirth, руководитель Института по анализу газов Высшей технической школы в Шарлоттенбурге

При наличии разных веществ их отделяют друг от друга при помощи перегонки в вакууме или фракционным охлаждением, после чего исследуют отдельные фракции.

III. Во многих случаях вещество распознается и определяется прямым путем. Какой путь следует при этом избрать, зависит от рода и количества вещества, от вспомогательных средств и опыта химика. Сюда относятся следующие методы:

1. Абсорбция или реакция измеренных количеств газа в жидкостях или с бумагой, смоченной жидкостью.

Здесь имеются в виду многочисленные реактивные бумажки и пропускание газов через жидкости.

Принцип этого метода основан на том, что измеренное количество газа или ток воздуха в х литров в минуту вызывает изменение окраски, т. е. появление или исчезновение цвета. Интенсивность окраски может быть определена колориметром. В некоторых случаях поглощенное вещество может быть исследовано при помощи методов осаждения или титрования. Могут происходить реакции с образованием осадка (сернистый свинец). Некоторые газы (фосфористый водород) окисляются (например бромной водой), другие разлагаются в раскаленных трубках (мышьяковистый и сурьмянистый водород, хлорпикрин).

Можно использовать метод окисления и иодометрию. Эти методы однако безупречны лишь при исследовании отдельных газов.

Наряду с этими методами при объемном анализе применяются также абсорбирующие жидкости, как например едкое кали для хлора, сернистого ангидрида, уголекислоты, окислов азота.

2. Многие пары, например бензола или бензина, поглощаются из воздуха соответствующими жидкостями (маслами, кислотами и др.). Растворенные вещества определяют или по увеличению веса абсорбирующей жидкости или с помощью обратной перегонки растворенного пара.

3. При чисто абсорбционных методах можно также оставшийся газ привести к первоначальному объему и измерить уменьшение давления.

IV. Определение при помощи оптических методов. 1. Сюда входят определение показателя преломления (рефрактометрия) и определение угла вращения (поляриметрия). Однако эти методы имеют значение только для изолированных веществ. Так например метиловый спирт может быть определен при помощи рефрактометрии в этиловом спирте.

2. Спектрографические методы*: а) Благодаря применению кварцевого спектрографа с помощью эмиссионной спектроскопии могут быть найдены даже следы металлов в воздухе на основе метода «последних линий по Гартлею». Некоторые металлоиды, как бор, углерод, кремний, фосфор, мышьяк, теллур, также имеют последние линии. Метод весьма точен.

б) Абсорбционная спектрография дает возможность прямого определения известных паров спектрографическим методом. Этот метод применяется при определении окиси углерода в крови в видимой части спектра.

В настоящее время разрабатывается метод исследования ультрафиолетового спектра соответственно устроенным кварцевым спектро-

* Cp. Fritz Löwe, Optische Messungen des Chemikers und des Mediziners.

графом для качественного и количественного определения вещества с помощью сравнительных фотограмм.

Метод этот разработан например для определения двуокиси азота в воздухе. О присутствии вещества можно узнать по положению абсорбционных линий. Изменяя время освещения или толщину слоя, можно также определить количество вещества.

3. Измерения при помощи газового интерферометра. Газовый интерферометр был между прочим применен Ф. Габером для определения метана в рудничных газах. В настоящее время этот метод применяется между прочим для исследования дымов и рудничных газов, определения бензола и ацетона в воздухе и испытания чистоты газов. Для сравнения берется сухой воздух или другой известный газ, не реагирующий с исследуемым газом.

В случае если газовая смесь имеет больше двух составных частей, то после первого определения интерферометром адсорбируют одну составную часть смеси и вновь определяют интерферометрический показатель полученной уже бинарной смеси.

V. *Определение частиц пыли и тумана.* Во всех методах необходимо брать пробы так, чтобы избежать потери вещества в трубках и накопления вследствие осаждения его * в самом фильтре.

1. *Оптический метод.* Проводят газ, не включая промежуточных трубок, в камеру для тумана и сосчитывают частички с помощью ультрамикроскопа. Этим же методом может быть определена величина частиц и проведен общий анализ.

2. *Промывание.* Здесь необходимо применение подходящего промывающего средства или реактива или соответствующей жидкости, задерживающей все частички.

3. *Фильтрация.* Сюда относятся стеклянная вата, вата или асбест, со смачивающими жидкостями или без них. Применяются также известные фильтры Шлейхера-Шюлля, а также экстракционные гильзы.

VI. *Прочие методы.* Для больших количеств известных газов применимы технические методы, основанные на определении плотности, вязкости, теплопроводности и электрического сопротивления. На измерении теплопроводности основан электрический измеритель углекислоты (система Сименс-Гальске), так как теплопроводность углекислоты значительно меньше остальных газов, определяемых этим методом.

2. *Анализ методом флуоресценции и кварцевой лампой.* Эти методы применяются для жидкостей и твердых веществ.

3. Ряд аппаратов служит для определения горючих газов в промышленности. Аппараты эти работают частью автоматически.

а) Регистрирующий аппарат «Унион» служит для автоматического определения горючих паров, как то: бензола, бензина, эфира и т. д., в смеси с воздухом. Принцип измерения основан на разнице в силе сцепления этих паров по сравнению с их удельным весом.

б) Газоанализатор «Вулкан» основан на принципе диффузии. Газы диффундируют через полупроницаемую перегородку, причем скорость диффузии и направление движения газа зависят от удельного веса и парциального давления газа с той и другой стороны мембраны. Этот же газоанализатор сконструирован также в форме лампы.

* Новым аппаратом для определения содержания пыли в производственных помещениях является кониметр фирмы Цейсса в Иене.

4. Наряду с этими методами можно применять при определении содержания вредных составных частей в воздухе также и физиологические методы, пропуская например определенное количество подлежащего испытанию воздуха через камеру с опытными животными; ср. также определение окиси углерода при помощи спектроскопии крови.

Что касается деталей вопроса, то за ними следует обратиться к известным специальным руководствам по газовому анализу.

II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

А. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ *

Общий обзор

Взаимоотношения человека и окружающей атмосферы так непосредственны, продолжительны и многообразны, что здоровый человек днями и годами вообще не вспоминает о том, что он дышит. О еде он вспоминает много раз в день и о пищеварении своем он также часто думает. Он соблюдает правила питания и охотно пользуется в этом отношении данными науки, соблюдая при еде и питье известные правила предосторожности. Но о дыхании и о газообразных веществах, вводимых в организм через легкие, он вообще большей частью не думает. В этом отношении даже образованные люди, как правило, совершенные профаны. А ведь большинство людей умирает от остановки дыхания!

Современная промышленность перерабатывает летучие вещества в качестве исходных и промежуточных материалов или готовых изделий в громадных количествах. Химические процессы в промышленности все более выступают на передний план. Например продукты нефти употребляются в современной жизни ежедневно, даже ежечасно. Наряду с ними применяются также всякие суррогаты ее и смеси с другими летучими веществами. Таким образом повсюду мы вдыхаем вместе с воздухом посторонние газы и пары. К счастью, не все эти летучие вещества обладают высокой токсичностью. Однако лишь у сравнительно немногих из них совершенно отсутствует вредное действие.

Дыхание как путь абсорбции

Благодаря тому, что проницаемость опасных для человека газов, находящихся во внешней среде, связана главным образом с дыхательной деятельностью, они должны рассматриваться отдельно от жидких и твердых веществ. Между газообразными веществами, с одной стороны, и жидкими и твердыми — с другой, имеются существенные различия не только в химическом и физическом отношении, но еще в большей мере в отношении их физиологического действия. Твердые вещества и жидкости обычно при помощи акта глотания вводятся в организм и попадают затем в пищеварительный канал. Летучие вещества вводятся дыханием. При изучении ядовитого действия твердых и жидких веществ необходимо исходить из явлений в пищеварительном канале. Действие газов на организм может быть успешно изучено лишь при точнейшем знании физиологии дыхания.

К счастью, дыхание представляет функцию, которую, больше чем какой-либо другой процесс в организме, мы в состоянии регулировать.

* Авторизованный перевод из Henderson-Haggard, Noxious Gases, 1927.

В течение многих часов объем дыхания пациента может быть изменен таким образом, что обмен воздуха в легких будет в 2—6 раз и даже больше превышать нормальное дыхание в состоянии покоя. Этим способом и удастся значительно ускорить обычно медленное выведение многих летучих веществ и соответственно этому уменьшить срок их пребывания и вредного действия в организме. Это терапевтическое мероприятие может быть проведено не только в отношении веществ, вводимых подобно окиси углерода и этиловому эфиру в форме газа или пара, но, что заслуживает внимания, оно применимо также и для удаления других резорбируемых из желудка летучих веществ, как спирты, например метиловый и этиловый.

Сущность дыхания

При оценке влияния введения всех смешанных с воздухом газов и паров следует считать основным физиологическим фактором объем вдыхаемого человеком воздуха. В отношении этого понятия — объем дыхания, — а также и в отношении условий, от которых эта функция зависит, следует тут же, с самого начала, установить ясность.

Объем вдыхаемого воздуха колеблется в зависимости от каждого изменения в деятельности организма, как то: сидения, ходьбы, сна, работы, быстрого бега. Однако при всех этих условиях человек вдыхает каждый раз точно определенное количество воздуха. Это вдыхаемое и выдыхаемое в минуту количество воздуха представляет объем дыхания (минутный объем дыхания), здесь называемый кратко «дыханием».

Это представление начинает лишь в последнее время глубже проникать в медицинское мышление. Оно находится еще совершенно в стороне от исключительно качественного и описательного изображения дыхания, часто даваемого руководствами физиологии. И биохимики обычно не оказывают ему внимания во вред многим своим работам, так как оно является ключом к полезному применению современного учения о дыхании применительно к некоторым проблемам. Во всяком случае, при определениях дыхательного обмена веществ в настоящее время уже определяют объем вдыхаемого воздуха; но это определение служит лишь фактором при расчете потребляемых организмом калорий. Обычно также в каждой клинике считают число дыханий в минуту и отмечают их наряду с температурой и пульсом. Как раз именно этот прием обнаруживает отсутствие правильного понимания того, что собственно означает величина дыхания, т. е. объем вдыхаемого воздуха, так как лишь в случае одномоментного дополнения вышеупомянутых чисел данными о среднем объеме дыханий они дают возможность действительного измерения дыхательной деятельности. Что нам необходимо знать — это число литров воздуха, вдыхаемого пациентом в минуту.

Ошибочные взгляды на дыхание

Дыхание нельзя измерять одним лишь «осмотром», т. е. наблюдением за грудной клеткой. Удвоение объема дыхания в минуту почти или совершенно незаметно ни для самого дышащего, ни для случайного наблюдателя; оно может ускользнуть от внимания даже старательного наблюдателя, если оно не измеряется. Если такое увеличение объема дыхания вдвое вызвано например умеренным повышением

телесного напряжения, вроде ускоренной ходьбы, то оно не представляет никакого усилия или вреда для соответствующего лица. Но если бы кто-нибудь при нормальном составе воздуха должен был сидеть спокойно и при этом в продолжение нескольких часов вдыхать вдвое больше нормального количества, то это вызвало бы тяжелые расстройства, потерю сознания и даже смерть.

Когда кто-либо после мышечного напряжения задышится или ощущает недостаток воздуха по какой-либо другой причине, то обычно он вдыхает не меньше, а гораздо больше воздуха, чем ему в действительности нужно, особенно, если он не тренирован или плохо сложен. Если кто-либо получает удар в область желудка, так что несмотря на громадные усилия не может вздохнуть (дух захватывает), то в действительности он крайне интенсивно вдыхает, но не в состоянии в данный момент выдыхать. Его легкие не опорожнены, а переполнены. Вдыхание разведенной углекислоты вызывает значительное увеличение дыхания и все же испытуемый жалуется: мне нехватает воздуха. Как раз обратное тому, что происходит в действительности.

Большинству людей дыхание представляется так же произвольно управляемой деятельностью, как ходьба и разговор. При некотором внимании можно делать по желанию 4—5 дыханий в минуту, либо 20—30 и т. д. Таким например образом при разговоре или пении регулируется прохождение струи воздуха мимо голосовых связок. Точно так же радость и печаль вызывают те формы дыхания, которые выражаются смехом или плачем. Такого рода наблюдения отмечаются каждым из нас, и мы отсюда заключаем, что дыхание, по крайней мере в большей своей части, управляется произвольно.

Однако такого рода самонаблюдения в отношении вдыхаемого и выдыхаемого в определенный промежуток времени объема воздуха легко приводят к ошибочным заключениям.

Практически объем воздуха нельзя произвольно регулировать или по крайней мере этого обычно не проводят. Например, если кто-либо хочет нарочно чаще или реже дышать в течение минуты, то произвольный механизм, регулируя дыхание, действует таким образом, что медленное дыхание становится глубоким, а частое мелким. Общий же объем вдыхаемого и выдыхаемого в определенный промежуток времени воздуха нельзя ни произвольно регулировать, ни заметно повлиять на него какими-либо изменениями настроения. Он всегда таков, что «внутренняя атмосфера», от него зависящая, остается по возможности постоянной по составу. У здоровых субъектов подобные изменения внутренней атмосферы вызываются преимущественно мышечной работой. Она приводит к увеличению объема дыхания; благодаря этому указанные изменения выравниваются и нормальное состояние восстанавливается.

Объем дыхания

Под выражением «дыхание» в том смысле, как оно употребляется в настоящей книге (объем дыхания—*ред.*), следовательно нужно понимать количество воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого в течение одной минуты. Оно выражается в литрах и соответствует температуре и барометрическому давлению. Точное измерение его легко провести с помощью мундштука или маски, снабженных клапанами из слюды или каучука; с их помощью входящий и выходящий из рта воздух

пропускается через измерительный прибор. Этим измерительным прибором может быть газометр, сухой или наполненный жидкостью. Воздух может также насасываться или выдвигаться в газометр (спирометр; рис. 3). Его можно еще собирать в вместительный резиновый баллон, так называемый мешок Дугласа, и затем измерять. Более простой метод, особенно удобный в отношении лиц, находящихся в бессозна-

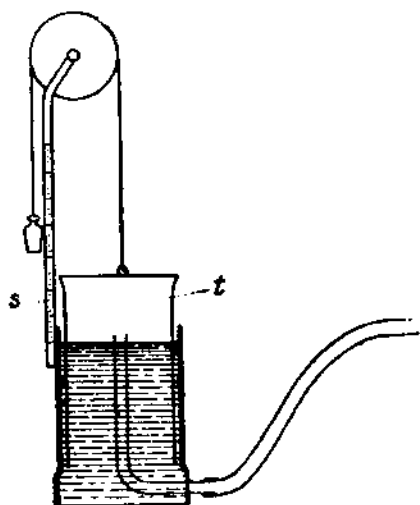


Рис. 3. Спирометр по Гутчинсону.
s—скала, t—колокол.

тельном состоянии, представляет применение небольшого, приблизительно в 5 л, спирометра, разделенного на части в 0,01 л и соединенного с плотно прилегающей к лицу маской без вентиля. Такой прибор является особенно подходящим для однократных непродолжительных измерений. Воздух заставляет погруженный колокол спирометра подниматься или опускаться на расстояние, указывающее объем вдыхаемого или выдыхаемого каждый раз воздуха; это количество воздуха, умноженное на число дыханий в минуту, дает довольно точную картину дыхания. Однако не рекомендуется измерять этим прибором более 3—4 дыханий подряд. При дальнейшем вдыхании воздуха из спирометра состав его очень ухудшается, что вызывает учащение дыхания.

Строение легких

Подробно строение легких может быть изучено по руководствам по анатомии. Устройство их впрочем лучше всего может быть понято с помощью осмотра легких только что убитого животного. Нас интересует в легких преимущественно следующее.

Легкие (рис. 4) состоят из громадного числа мельчайших пузырьков, которые в дальнейшем нежными перегородками делятся на последние содержащие воздух части, так называемые альвеолы. Эти пузырьки являются конечными разветвлениями нежнейших проводящих воздух трубочек, так называемых бронхиол. Бронхиолы представляют собой ветви несколько более широких трубок — бронхов, отходящих, в свою очередь, от еще более широких бронхов. В середине легких прямо позади сердца бронхи переходят в трахею (рис. 5 и 6). Последняя представляет собой широкую трубку с жесткими стенками; благодаря неполностью смыкающимся хрящевым кольцам трахея расширяется кверху и оканчивается в зеве (pharynx). Отсюда воздух, поступающий из носа и рта, имеет свободный доступ в легкие, исключая моменты, когда во время кашля или глотания дыхательная щель закрыта. Стенки более узких трубок снабжены мышечной тканью; они могут сокращаться вследствие раздражений и затруднить доступ воздуха к пузырькам и альвеолам. Трахея, бронхи и бронхиолы с внутренней стороны покрыты слизистой оболочкой, выделяющей на поверхность жидкий секрет. В обмене воздуха эта система трубок участвует лишь в очень незначительной степени; они



Рис. 5. Бронхи (темноокрашенные) и легочная артерия (светлоокрашенная) кошки. Спереди (по Браузу).

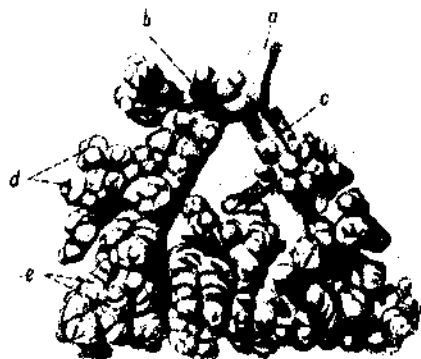


Рис. 6. Изолированный ацинус человеческого легкого. 6-кратное увеличение. Слепок так называемого arbor alveolatis из сплава Вуда (ориг. препарат Лешке, по Браузу)
a, b, c — концевые бронхиолы; d, e — альвеолярный мешочек

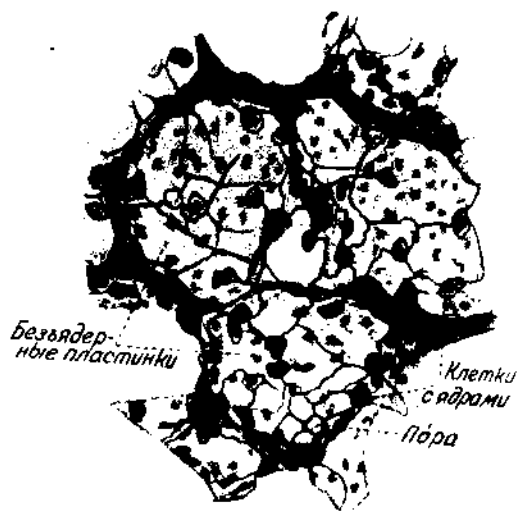


Рис. 7. Альвеолярный эпителий. Толстый срез из легкого кошки. 3 альвеолы. Увеличение в 300 раз. Клеточные перегородки окрашены в черный цвет азотнокислым серебром (по Браузу)

служат собственно проводящими путями к концевым воздушным пузырькам.

Альвеолы (рис. 7) имеют исключительно тонкие стенки, состоящие из нежной эластической волокнистой ткани; последняя почти вся пронизана сетью волосных кровеносных сосудов (капилляров) и одета лишь тончайшей оболочкой. Здесь, между кровью, т. е. этими капиллярными сосудами и воздухом в альвеолах, происходит газообмен. Благодаря нежному строению стенок и громадной поверхности капиллярных сосудов (в легких человека она примерно равна 90 м^2)

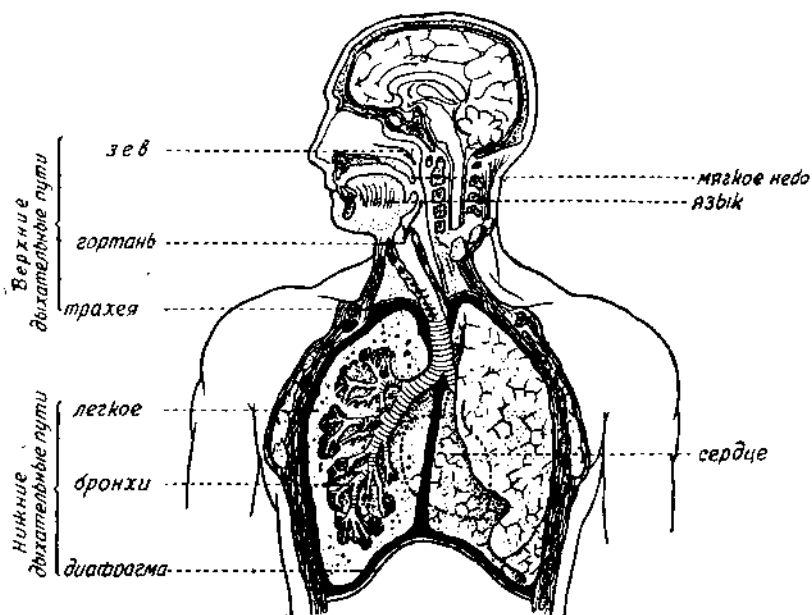


Рис. 4. Анатомическая картина дыхательных путей (из Henderson-Haggard, Noxious Gases).

этот процесс диффузии совершается так быстро, что между парциальным давлением каждого газа в крови капилляров и воздухом альвеол почти моментально устанавливается практически полное равновесие. Мы имеем здесь дело с поразительно действующим регулирующим механизмом. Он, как мы увидим, налажен так, что дает равновесие не с наружным воздухом, а с воздухом, находящимся в легких, имеющим особый состав.

Кровь попадает в легкие из правого сердца через легочные артерии, расположенные сбоку от бронхов. Начиная от места вхождения в легкие, эти сосуды все более и более разветвляются, пока наконец не переходят в капилляры альвеол. Отсюда они вновь начинают соединяться во все более широкие кровеносные сосуды и наконец покидают легкие в виде легочных вен у места вхождения бронхов. Они впадают в левое сердце. Нормально легкие прикреплены лишь в одном месте к туловищу, а именно в середине, там где в них поступают бронхи и кровеносные сосуды. В остальной части они свободно расположены в грудной клетке, сохраняя свою подвижность.

Все легкое имеет весьма эластическое строение. В случае извлечения легкого из туловища пузырьки его сжимаются до почти полного спадения, так что в них остается лишь очень незначительное количество воздуха. В организме это произойти не может, так как легкие заключены в непроницаемую грудную клетку со сравнительно жесткими стенками. Между грудной стенкой и легким не имеется воздуха, а лишь незначительное количество жидкости, достаточное для того, чтобы трущиеся поверхности скользили одна вдоль другой.

Пока внутренность легких сообщается через дыхательное горло с наружным воздухом, давление внешнего воздуха выше эластического сопротивления легочных пузырьков и легкие раздуваются, так что они заполняют целиком всю грудную клетку и плотно прилегают к ее стенкам. Равным образом каждое движение грудной стенки, увеличивающее или уменьшающее объем грудной полости, вызывает соответствующее изменение объема легких; легкие вслед за грудной стенкой расширяются или сжимаются в полном соответствии с объемом и формой грудной полости.

Итак, воздух проходит через дыхательное горло в легочные пузырьки и альвеолы и оттуда обратно; таким образом происходит обмен воздуха через нос и рот.

Так как все пузырьки открываются через соответствующие бронхи прямо в дыхательное горло, то вдыхаемый воздух распределяется по всем частям легких почти одновременно. Если бы альвеолы одной части легких получили больше воздуха, чем другие части, то они соответственно и расширились бы больше; это увеличение напряжения стремилось бы выравняться благодаря наличию здесь эластической ткани. Неравномерное распределение воздуха в легких происходит единственно только там, где имеется относительно большее трение воздуха. Это происходит в пузырьках, связанных с более длинной системой трубок. Поэтому участки легких, ближайшие к месту их прикрепления, т. е. у места вхождения в них дыхательного горла, расширяются раньше, а далее расположенные участки на момент позже. Легкие расширяются таким образом примерно как мехи или веер. При медленном глубоком дыхании обычно остается достаточно времени для общего равномерного распределения воздуха в легких. Однако при поверхностном и быстрым дыхании этого не происходит. Поэтому воздух в легких распределяется неравномерно, и обмен его получается неполный или толчками. В отдельных местах кровь получает слишком много воздуха, в других чересчур мало.

Поверхность легких покрыта тонкой гладкой тканью — грудной плеврой (плеврой). Аналогичная ткань покрывает также внутреннюю стенку грудной полости. При глубоком вдохе и выдохе поверхность легких скользит по грудной стенке, передвигаясь на 7—8 см, а в отдельных, более отдаленных от корня легких местах, и больше.

Изменения в содержании воздуха в легких вызываются движениями грудобрюшной преграды (диафрагмы) и ребер. Грудобрюшная преграда представляет выпуклый по отношению к грудной клетке сходящийся кверху слой мышц, отделяющий грудную полость от брюшной.

Когда диафрагма сокращается, грудная полость увеличивается в длину. Если же ребра поднимаются, то благодаря особенностям их прикрепления к позвоночнику диаметр грудной клетки увеличивается, особенно в поперечном направлении. Все движения при вдыхании вызываются мышечными сокращениями под влиянием нервного аппарата.

Менее активный характер носит процесс выдоха. Именно, когда мышечное сокращение ослабевает, сама эластичность легочной ткани вызывает удаление ранее введенного при вдохе воздуха. Этому способствует при положении стоя или сидя собственный вес грудной клетки, а при положении на спине — давление печени и желудка на диафрагму.

Таким образом мы при вдохе преодолеваем привычной активной работой эластическое сопротивление легких, во время же выдоха мы такой работы не выполняем. Поэтому можно с помощью респираторных аппаратов показать, что при вдохе мы в состоянии выдерживать в течение некоторого времени отрицательное давление, равное столбу воды в 3—4 и даже 5—6 см; наоборот, при выдохе сопротивление, соответствующее положительному давлению столба воды больше 2 см, становится сразу непереносимым. При сопротивлении, вызванном раздражением или воспалением и последовавшим сужением дыхательных путей, выдох оказывается заметно более затрудненным, чем вдох. При этом легкие становятся расширенными и может произойти хроническое изменение, называемое эмфиземой.

При увеличении объема дыхания в связи с телесным напряжением пускаются в ход различные вспомогательные мышцы; в этих случаях при выдохе принимает деятельное участие брюшная мускулатура, а также вспомогательные мышцы грудной клетки и шеи.

Приспособления, регулирующие дыхательный ритм

Для достижения эффективного и равномерного проветривания легких необходимо вводить и выводить воздух ритмически сменяющимся сокращением и расслаблением дыхательных мышц. Техник называют такой механизм, т. е. поднимающееся и спадающее движение, обратным. Механических приспособлений типа длительно вертящегося колеса, турбины, центробежного насоса в организме не имеется, и они невозможны. В организме мы наблюдаем совершенные приспособления для регулирования взаимно влияющих друг на друга и противоречиво протекающих процессов, как ходьба, жевание, дыхание, у животных также влияние хвостом. При этом кости используются в качестве рычагов самым разнообразным образом. Типичными для таких рычагообразных действий являются движения ребер, а также рук и ног. При этом физиологический процесс выражается всегда в действии двух антагонистических мышц или мышечных групп, т. е. действующих в противоположных направлениях. При сгибании или выпрямлении или при вдыхании и выдыхании одна из мышц или мышечных групп должна расслабляться, в то время как другая сокращается, или наоборот. Расслабление почти так же важно, как и сокращение. Для ритма и эффективности важна точная согласованность во времени у следующих друг за другом процессов.

Пока организм работает нормально, части процессов сплетаются друг с другом с величайшей точностью. Эта точность, и в особенности правильная смена вдыхания и выдыхания, обусловлена не каким-либо механическим приспособлением костей или мышц или других механических органов как в паровой машине, а периферической центральной нервной системой.

Нервы и центры дыхания ничем не отличаются от нервов и нервных центров прочих мышц организма. Во всяком произвольном движении, например при ходьбе или жевании, а равным образом и при

заученных движениях, как например при игре на рояле, всегда участвует много произвольных факторов. Как раз при дыхании этого произвольного элемента сравнительно больше, чем в какой-либо иной мышечной деятельности. Ритм и игра движений происходят при дыхании, как правило, почти совершенно произвольно.

Двигательные нервы отходят от своих расположенных в спинном мозгу центров; они передают импульсы тонуса и активного сокращения. Параллельно с этими двигательными, или центробежными, волокнами идут чувствительные, или центростремительные, нервы; они передают импульсы в обратном направлении и, так сказать, сообщают центрам о состоянии соответствующих мышц. Таким образом пока из высших нервных центров в мозгу не получается никакого возбуждения или раздражения, дающего движение механизму, центростремительные нервные волокна, исходящие из самых мышц, оказывают на моторные центры влияние, приводящее к тому, что мышцы находятся в состоянии тонуса. Под мышечным тонусом мы понимаем ту сходную со свойством резины или пружины эластичность, которая в противоположность активному сокращению дает прямое положение организму при наименьшем применении силы.

Тонус грудных мышц не прекращается полностью даже через 10 или 15 мин. после остановки дыхания, и сохранившаяся еще эластичность делает возможным возвращение жизни утопленнику или пораженному электричеством при немедленном проведении искусственного дыхания. Но когда мышцы потеряли тонус и совершенно расслабились, ввести и вывести воздух в грудную полость с помощью искусственного дыхания уже не удастся. Одновременно с потерей мышечного тонуса или на несколько минут раньше высшие центры мозга вследствие недостатка кислорода неизлечимо повреждаются и жизнь окончательно гаснет.*

Когда нервно-мышечный механизм переходит от тонуса к ритмической деятельности, периферическая нервная система начинает играть еще более значительную роль. Каждый сократившийся мускул, влияя через соответствующий центростремительный нерв, стремится** к прекращению исходящего из двигательного центра раздражения и к возбуждению деятельности своего антагониста. Таким образом сокращенный мускул расслабляется, а вслед за этим расслабленная мышца вновь сокращается. Эта смена повторяется все вновь и вновь. Таким образом обратный механизм вроде дыхания (или также ходьбы или виляния хвостом у животных) продолжает самостоятельную непрерывную смену действий до тех пор, пока на центры его действуют соответствующие раздражения.

Кроме этого дыхание располагает еще специальной парой центростремительных нервов, исходящими из самих легких легочными ветвями блуждающего нерва. Они проходят в затылочной области в виде X пары нервов в продолговатый мозг (в *bulbus spinalis*). В этой области находится так называемый дыхательный центр, состоящий по видимому из ряда нервных узлов. Этот центр регулирует, дополняет и объединяет деятельность всех спинномозговых центров, направленных к дыхательным мышцам. Дыхательный центр находится под влиянием как блуждающего нерва, так и периферической нервной системы.

* На практике обычно не считаются с этими теоретическими соображениями и несмотря на это продолжают еще довольно долгое время искусственное дыхание.

Например, когда легкие расширяются вследствие вдыхания, концы блуждающего нерва испытывают раздражение и посылают соответствующий импульс в дыхательный центр. Этим они тормозят дальнейшее вдыхание и вызывают взамен акт выдоха. Обратно, частичное опорожнение легких при выдохе вызывает неизбежно вдыхательные движения. Если в течение одной из фаз дыхания движение воздуха встречает какое-либо препятствие (например в противогазах или других дыхательных приборах), то протекающая в данный момент фаза благодаря мышечному напряжению удлиняется так, что смена фаз наступает с опозданием. Таким образом уже при незначительных препятствиях для свободного вхождения и выхода воздуха в легкие дыхание становится медленнее и глубже. Такое дыхание достигается при незначительном увеличении положительного давления, например при включении большого резинового пузыря или спирометра с соответствующей нагрузкой.

Раздражение легких и поверхностное дыхание

Нет необходимости подробно приводить экспериментальные доказательства разбираемой функции блуждающего нерва. Однако практически важно констатировать, что всякое продолжительное раздражение легких, как например их воспаление или вдыхание раздражающих газов, вызывает значительное ускорение смены вдоха и выдоха и в соответствии с этим более поверхностное дыхание. Вследствие этого, как уже было упомянуто, лишь часть легких снабжается воздухом: в неventилируемой части кровь получает лишь незначительное количество кислорода и выделяет лишь немного углекислоты или почти совсем ее не выделяет. В вентилируемой части зато кровь, наоборот, насыщена воздухом в избытке и немного беднее углекислотой, чем обычно. Протекающая по организму артериальная кровь, являясь смесью обоих видов крови, должна обладать почти нормальным содержанием углекислоты, но кислородом она насыщена не полностью. Пересыщенная воздухом часть крови могла захватить лишь количество кислорода, соответствующее содержанию в ней гемоглобина, а другая часть вообще не содержит кислорода. Поэтому пациент имеет посиневший «цианотический» вид и может обнаруживать и другие признаки кислородного голодания.

Объем дыхания и обмен воздуха

Объем вдыхаемого нормальным человеком в единицу времени воздуха зависит от двух условий или двух рядов условий, дающих возможность вычислить его (объем воздуха):

- 1) от поглощенного кислорода и образовавшейся углекислоты;
- 2) от отношения между вентиляцией и окислением, показателя разведения, свойственного дыханию соответствующего лица.

Если для начала пренебречь некоторыми частностями и предположить, что показатель разведения есть величина постоянная, то мы получим, что вдыхаемый в минуту объем воздуха с незначительными отклонениями практически пропорционален обмену воздуха в отношении 25:1, или 100:4 для углекислоты и 20:1, или 100:5 для кислорода. Другими словами, вдыхаемый воздух содержит 21% кислорода, в то время как выдыхаемый воздух теряет 5% кислорода и вместо этого получает 4% углекислоты. Эти отношения сохраняются с очень лишь незначительными отклонениями, безразлично, лежит ли человек совершенно покойно или же двигается, даже когда благо-

даря движению объем дыхания, т. е. введение кислорода и выделение углекислоты, удваивается. Даже когда эти величины при тяжелой работе увеличиваются во много раз, дыхание все время идет параллельно процессам окисления в организме. Содержание углекислоты в выдыхаемом воздухе не превышает приблизительно 5%. Это отношение нарушается лишь при очень сильном телесном напряжении; особенно у слабых, мало подготовленных людей большое напряжение вызывает тяжелое хрипящее дыхание, признак того, что отдача углекислоты непропорционально выше, чем введение кислорода, и что объем дыхания сравнительно с газообменом возрос непропорционально высоко.

Дыхательный коэффициент

На каждые 4 объема выработанной углекислоты расходуется 5 объемов кислорода. Это происходит благодаря тому, что обычно приблизительно одна пятая кислорода расходуется не на окисление углерода, а на окисление других элементов, а именно водорода в жирах и серы в белках. Отношение между образованной углекислотой и израсходованным кислородом $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ называют дыхательным коэффициентом (Д. К.). Д. К. часто пользуются как показателем для характеристики сгоревших в организме пищевых средств. Углеводы, например крахмал и тростниковый сахар, дают столько же молекул углекислоты, сколько было израсходовано на окисление молекул кислорода, и поэтому их Д. К. равен 1. Белки дают при разрушении в организме Д. К. 0,78—0,81. Их можно отличить от смеси углеводов и жиров определением выделенного в моче азота. Каждый грамм азота в моче соответствует приблизительно 6,3 г разложенного белка. У пищевых жиров Д. К. составляет приблизительно 0,7. При смешанной пище Д. К. приближается в общем к 0,8, если его определять по окончании процессов, следующих непосредственно за приемом пищи.

Часто однако Д. К. принимают ошибочно за показатель характера происходящего каждый раз процесса сгорания. В этих случаях однако он показателен лишь условно, а именно для состояния покоя или для лиц, находившихся в течение длительного периода под наблюдением. Всякое возбуждение, у некоторых лиц даже перемена настроения, вызванная мыслью о предстоящем опыте, может на время повысить объем дыхания. Вследствие этого значительно, хотя лишь временно, повышается выделение углекислоты из крови и ее бикарбонатов. Наоборот, потребление кислорода изменяется при этом незначительно. С другой стороны, при очень тяжелой работе потребление кислорода может падать ниже необходимого для организма количества наряду с одновременным чрезмерным расходом углекислоты. Этот минус кислорода и углекислоты выравнивается во время последующего покоя. Пока имеются такие временные колебания, они дают конечно неправильный Д. К., однако колебания эти всегда быстро выравниваются. Таким образом Д. К. может служить показателем процессов окисления лишь при достаточно длительном периоде наблюдения.

Разведение вдыхаемых газов

Важнее для нашей цели вопрос, в какой зависимости от объема дыхания в минуту находится газообмен, т. е. отношение потреблен-

ного кислорода к образованной углекислоте. Это определяется законами разведения. Если определенное весовое количество, например 1 г любого вещества, растворить в определенном объеме жидкости, например в 1 л воды, затем в 2 л, потом в 3 и т. д., то процент растворенного вещества изменяется обратно пропорционально объему растворителя. На тех же законах основан показатель разведения, имеющий основное значение для дыхания. Когда человек выделяет 0,3 л углекислоты и выдыхает в 25 раз больше воздуха, т. е. 7,5 л, то это представляет разведение 25:1, и выдыхаемый воздух содержит 4% углекислоты. Если количество выделенной углекислоты равно, как и раньше 0,3 л, а выдыхаемый в то же время воздух составляет 15 л, то получается разведение 50:1 и выдыхаемый воздух содержит лишь 2% углекислоты. Если же выдыхают лишь 3,75 л, то отношение равно 12,5:1 и содержание углекислоты повышается до 8%.

Имеется в организме фактор, который в точности показывает, насколько газообмен (точнее, количество углекислоты в легких) уменьшается (разводится) в зависимости от объема вдыхаемого воздуха. Этим показателем является щелочность крови; однако мы сможем заняться ею и ее определением лишь в дальнейшем. Здесь укажем лишь, что у здорового человека при нормальных условиях покоя на уровне моря этот фактор всегда одинаков, и поэтому, несмотря на большие колебания в дыхании отдыхающего или умеренно работающего организма, разведение также остается всегда почти нормальным. Условия, предопределяющие количество углекислоты, выделяемой в каждом отдельном случае, являются во всяком случае совершенно иными, чем те, которые определяют показатель разведения.

Отношение между кислородом и энергией

Потребление кислорода является не только основным условием для всякой более значительной деятельности организма, но и для производства тепла при покое. Таким образом имеется очень удобное для вычисления количественное отношение между кислородом и энергией. 1 л потребленного в организме кислорода дает в условиях американского питания обычно увеличение энергии, составляющее при выражении его в единицах тепла 4,8 кал. При питании исключительно жиром каждый литр кислорода дает 4,69 кал, при исключительно углеводном питании 5,05 кал на литр кислорода. Потребление кислорода и расход энергии в организме таким образом всегда в точности взаимно пропорциональны. Поэтому для многих случаев может считаться постоянным, что 1 л кислорода соответствует 4,8 кал тепла.

Расход энергии и объем дыхания

Из вышеприведенных рассуждений далее вытекает: если потребление кислорода в организме в единицу времени приблизительно пропорционально как расходу энергии, так и объему дыхания, то и обе последние функции также должны быть приблизительно взаимно пропорциональны.

Расход энергии должен быть умножен лишь на один зависящий от разведения фактор; однако при обычных условиях этот фактор для данного лица почти постоянен. Произведение этого фактора на расход энергии дает объем дыхания. Всякое телесное напряжение, боль-

шое или малое, вызывает соответствующее увеличение расхода энергии, потребления кислорода и образования углекислоты и приблизительно пропорциональное увеличение объема дыхания. Переход от сидения к стоянию требует приблизительно 1 кал, приподнимание в кровати приблизительно 0,5 кал, даже поднятию руки соответствует определенное количество энергии. Спортсмен при марафонском беге или подобном продолжающемся длительное время напряжении может иногда терять такие количества энергии, которые в 10 и более раз превышают норму. Наибольшее количество расхода энергии в течение нескольких минут при крайне интенсивном напряжении составляет приблизительно величину в 20 раз большую соответствующей величины, определенной при покойном положении в кровати утром, натощак.

Расход энергии, потребление кислорода и объем дыхания мужчины атлетического сложения, весом приблизительно в 68 кг, в разных условиях приведены ниже в таблице в круглых числах:

	кал в минуту	Расход кислорода в л в минуту при 0° и 760 мм	Объем дыхания в л в минуту при 20°
Покой в кровати, натощак	1,15	0,240	6
Сидение	1,44	0,300	7
Стояние	1,72	0,360	8
Ходьба, 2 мили * в час	3,12	0,650	14
Ходьба 4 мили * в час	5,76	1,200	26
Быстрый бег	9,60	2,000	43
Наивысшее напряжение	14—20	3,000—4,000	65—100

У отдельных лиц могут наблюдаться колебания по сравнению с этими числами до 10 и даже 20%, в соответствии с коэффициентом разведения, свойственным их дыханию.

Величина тела, обмен веществ и объем дыхания

Организм расходует энергию в двух легко различимых направлениях. Во-первых, на так называемый основной обмен, т. е. расход на поддержание жизни—на работу сердца, движения дыхательных мышц, деятельность пищеварительного аппарата, мышечный тонус и производство теплоты во время покоя. Этот расход энергии может быть практически определен измерением потребления кислорода при покойном состоянии в кровати, спустя несколько часов после обеда. С другой стороны, мы имеем расход энергии при работе организма. Нормальная величина основного обмена у взрослых мужчин и женщин в возрасте от 20 до 40 лет колеблется незначительно. Она приблизительно пропорциональна весу тела и в точности пропорциональна поверхности его. У детей расход на единицу поверхности

* Одна американская миля равна 1,6 км.

тела выше, чем у взрослых; отношение поверхности к массе (весу) у них выше сравнительно с телами такой же формы, но другой (большей) величины. По этим двум причинам обмен воздуха и объем дыхания у детей относительно выше, чем у взрослых; в соответствии с этим дети абсорбируют инородный газ гораздо быстрее. Это явление практически было использовано при спасательных работах в шахтах. В них маленькие животные, например мыши или канарейки, принесенные спасательными командами с собой, служат для раннего распознавания отравленного воздуха. Так как у них поверхность тела, обмен веществ и дыхание относительно больше, чем у людей, несущих их, то они гораздо раньше отравляются, чем люди.*

Регуляция процессов горения в организме

Различные вышеизложенные отношения приводят к выводу, полностью подтверждаемому опытом, что расход энергии определяет потребление кислорода и образование углекислоты; зато в условиях организма приток кислорода не имеет такого решающего значения для процесса окисления, как например у обыкновенного огня. Даже вдыхание чистого кислорода само по себе ни в коем случае не усиливает процессов окисления в организме, так же как и потребление кислорода. Весьма поразительно также в этом отношении следующее. Несмотря на падение давления кислорода во вдыхаемом воздухе вплоть до появления симптомов удушья и тяжелых расстройств физической и душевной деятельности и даже вплоть до наступления потери сознания количество абсорбированного и потребленного кислорода все же не уменьшается почти до самой смерти. В дальнейшем мы увидим, что давление, под которым находится вдыхаемый воздух, имеет важнейшее значение для дыхания; однако влияние его сказывается весьма медленно. Живое вещество относится совершенно иначе к кислороду, чем пламя, которое, смотря по притоку воздуха, то вспыхивает, то угасает. Практически мы обычно по горению свечи судим, содержит ли воздух достаточное количество кислорода для пребывания в нем человека без вреда для его здоровья. Однако экспериментально нетрудно создать условия, при которых свеча гаснет, а человек чувствует себя благополучно, или обратные, при которых свеча ярко горит, а человек гибнет вследствие недостатка кислорода. Тот факт, что даже при сильных колебаниях в работе организма и в общем количестве вдыхаемого и выдыхаемого воздуха наблюдается лишь незначительная разница в составе выдыхаемого воздуха, повидимому, с полным основанием говорит за то, что обратное явление — малейшие отклонения в составе выдыхаемого воздуха и т. п. — соответствует громадным колебаниям в объеме дыхания. Однако до более глубокого разбора этих подробностей необходимо ближе рассмотреть некоторые другие вопросы.

Мертвое пространство при дыхании

При дыхании не весь воздух попадает в легкие. Одна часть его не идет дальше ротовой полости, трахеи и бронхов. Воздух этого

* Это положение требует уточнения: видовая чувствительность животных к тем или иным ядовитым газам зависит разумеется не только от количества потребляемого кислорода на единицу веса или поверхности тела, но и от ряда других моментов. Поэтому мы далеко не всегда можем констатировать закономерное соответствие между упомянутым выше фактором и токсичностью газа для определенного вида животных. Ред.

«анатомически» мертвого пространства мало или совсем не участвует в дыхании и выдыхается в почти неизменном виде. Можно в дальнейшем показать, что и более мелкие воздушные трубки легких и может быть даже внутренние части воздушных пузырьков могут входить в состав мертвого пространства. Эти пузырьки эластичны и расширяются при более глубоком дыхании; поэтому функциональное или действительное мертвое пространство представляет не постоянную и абсолютную величину, а лишь относительную; при глубоком, а также среднем дыхании оно равно приблизительно одной трети среднего объема дыхания. При вдыхании совместно с воздухом легко растворяющегося в крови газа, например этилового эфира, в малых концентрациях почти все количество его, поступившее первоначально в легкие, полностью абсорбируется; все же в выдыхаемом воздухе содержится еще 33% первоначально заключавшегося в нем газа, в данном случае эфира. Эта доля принадлежит мертвому пространству; величина ее дает возможность легко определить отношение мертвого пространства ко всему дыханию, так как частное от деления концентрации газа в выдыхаемой воздушной смеси на концентрацию его, содержащуюся во вдыхаемой воздушной смеси, соответствует доле воздуха, не доходящей до легких.

Действительная вентиляция в легких

То, что ранее было сказано об объеме и составе вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, относится большей частью к истинному дыханию или фактической вентиляции легких в узком смысле. Так как треть каждого вдоха приходится на мертвое пространство, то лишь приблизительно две трети объема дыхания на самом деле достигают легких. По той же причине содержание углекислоты в воздухе легких приблизительно в $1\frac{1}{2}$ раза больше, чем в выдыхаемой воздушной смеси. Воздух в легких имеет первично благодаря колебаниям объема дыхания почти равномерный состав. Эти колебания соответствуют в точности количеству образовавшейся углекислоты, а последнее, в свою очередь, зависит от расхода энергии в данный момент.

Состав легочного воздуха представляет одну из важнейших физиологических констант. То обстоятельство, что он имеет всегда постоянный состав, или, лучше сказать, колеблется в узких пределах около средней величины, обусловлено постоянным соотношением обмена воздуха в легких к расходу энергии в данный момент, к сгоранию и потребности организма в кислороде. Как же осуществляется это приспособление?

Влияние кислорода на дыхание

Для всякого расхода энергии в течение длительного промежутка времени обязательно необходим кислород. Можно было бы поэтому ожидать, что дыхание всегда соответствует давлению кислорода в легких и крови и от него зависит. Однако этого на самом деле нет. Правда, кислород является главным фактором всего дыхательного процесса. Каждый здоровый индивидуум, лишь только он приспособился к данным климатическим условиям, вдыхает объем воздуха, соответствующий высоте местности, в какой он находится, будь то на уровне моря, будь то на горах. Парциальное давление кислорода соответствует при этом показанию барометра. Влияние кислорода на

дыхание доказывается далее тем, что внезапное резкое прекращение доступа воздуха вызывает громаднейшее усиление дыхания. Однако при обычных колебаниях дыхания, какие в течение дня происходят ежеминутно, в зависимости от того, сидим ли мы, спим ли, ходим, работаем или бегаем, кислород влияет на процессы регуляции лишь в очень ограниченной мере.

Незначительность кислородного резерва

Было бы очень опасно, если бы дыхание непосредственно регулировалось потребностью в кислороде. Следствием этого явилось бы толчкообразное или то усиливающееся, то ослабевающее дыхание, похожее приблизительно на дыхание Чейн-Стокса у сердечных больных (рис. 8). Физиологическая функция для равномерного течения должна иметь хороший регулятор с буферными свойствами. Общий резерв кислорода в организме весьма незначителен: он равен приблизительно лишь расходу его в течение 5—6 мин. При нормальном дыхании легкие содержат приблизительно $3\frac{1}{2}$ л воздуха с 16% кислорода, что соответствует 0,56 л кислорода. Вся имеющаяся в организме масса крови равна приблизительно 5 л, артериальная кровь содержит приблизительно 19%, а венозная приблизительно 15% кислорода. Общее количество кислорода в крови равно примерно лишь 0,9 л, т. е. столько, сколько в состоянии покоя еще хватает на 5 мин. Уже незначительное абсолютное уменьшение этого кислородного резерва резко сказывается на процентном его содержании. Если при сердечном заблуждении появляется недостаток кислорода, то он становится непосредственно действующим фактором громадного значения. Как выразился Холдэн, дыхание в таких условиях работает сходно с машиной с чувствительным регулятором и легким маховиком, то бешено вращающимся, то лишь медленно поворачивающимся. Однако у нормального человека кислородное голодание появляется лишь редко. Дыхание оказывается непосредственно лишь мало чувствительным к легким колебаниям в содержании кислорода во вдыхаемом воздухе.

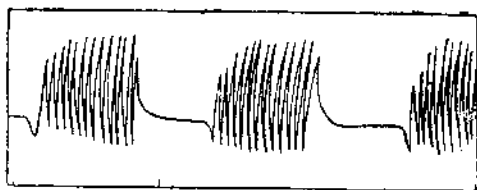


Рис. 8. Дыхание Чейн-Стокса.

Углекислота в качестве регулятора дыхания

Наоборот, крайне чувствительно оказывается дыхание к самым незначительным колебаниям в концентрации или парциальном давлении углекислоты в легочном воздухе, а тем самым и в крови, протекающей через легкие. Система эта крайне чувствительна. Самое незначительное увеличение или уменьшение образования углекислоты в организме вызывает непосредственно почти пропорциональное увеличение или уменьшение объема дыхания. Таким образом дыхание выравнивает почти полностью каждое изменение концентрации углекислоты в легких, даже на самую малую величину по отношению к норме. Естественным последствием этой регуляции является то, что концентрация углекислоты в легких, а тем самым и

в крови остается всегда почти одинаковой. Регуляция так чувствительна и так точна, что концентрация всегда остается одинаковой, даже при самых резких изменениях в деятельности организма и трех зависящих друг от друга его функций: расходе энергии, респираторном обмене газов с атмосферой и объеме дыхания.

Величина и значение резерва углекислоты

Тот факт, что непосредственное управление дыханием зависит от углекислоты, а не от кислорода, имеет важное значение для беспрепятственного течения дыхания. Нормальная кровь содержит 50 объемных процентов или чуть побольше углекислоты в виде бикарбоната натрия, кроме того в тканях имеются значительные количества его. Таким образом в организме имеется по сравнению с кислородом значительное количество углекислоты. При этом углекислота отнюдь не является лишь не имеющим ценности продуктом распада; наоборот, согласно новейшим исследованиям она имеет важное значение в сохранении нормального равновесия кислот и оснований в крови и других жидкостях организма. Давление углекислоты должно всегда равняться 40—45 мм, а концентрация ее (в виде растворенных CO_2 , H_2CO_3 и особенно NaHCO_3) — приблизительно 50 до 60 объемных процентов. В противном случае состав крови является ненормальным.

Объем воздуха в легких

Легкие представляют обширную буферную систему, обладающую постоянно функционирующей регулирующей деятельностью. Заключающийся в них воздух не тождествен с атмосферным, он имеет совершенно несходный с ним состав. Состав легочного или альвеолярного воздуха совершенно определенный и постоянный; он тщательно сохраняется в неизменном виде. Последнее сказывается в вентилиции легких, происходящей лишь постепенно, этапами. Даже при самом глубоком выдохе в легких остается еще 1,5 л так называемого остаточного воздуха, при нормальном выдохе задерживается вероятно еще столько же. Этот резервный и остаточный воздух образуют вместе так называемый стационарный воздух. Вдыхаемое и выдыхаемое каждый раз при покойном дыхании количество воздуха равно 0,3—0,6 л, из которых, как было упомянуто, лишь две трети достигают легких. Последняя треть не выходит за пределы мертвого пространства и поэтому не принимает заметного участия в газовом обмене. При самом глубоком вдохе может быть введено приблизительно еще 1,5 л так называемого дополнительного воздуха.

Сумма объемов резервного и дополнительного воздуха при вдохе и выдохе называется жизненной емкостью; ее измеряют при наибольших дыхательных усилиях испытуемого лица. Она представляет объем воздуха, который можно выдохнуть в градуированный спирометр при наибольшем усилии. Величина жизненной емкости у нормальных лиц составляет функцию величины тела или веса, а в особенности поверхности тела; при некоторых болезненных состояниях, особенно при сердечных заболеваниях, она понижена.

Фракционированная вентиляция легких

Как видно из приведенных данных, атмосферный воздух при дыхании совершенно не входит в соприкосновение с кровью. В противном случае давление газов в крови немедленно пришло бы в равновесие с наружным воздухом, и затем при выдохе получилось бы значительное уменьшение кислорода и увеличение углекислоты. Однако благодаря особому устройству легких этого не происходит. При покойном состоянии организма при каждом дыхании в легкие поступает лишь 0,2—0,4 л свежего воздуха. Этот свежий воздух немедленно смешивается со стационарным воздухом упомянутого выше состава, объемом приблизительно в 3 л. При каждом выдохе легкие вновь отдают 0,2—0,4 л воздушной смеси. Диффузия кислорода в кровь и углекислоты из крови мало изменяет состав воздуха; для этого количество его в легких относительно велико. Поэтому концентрация или давление углекислоты в легких в течение каждого дыхательного периода лишь очень незначительно, приблизительно на 0,1—0,2% CO_2 , отклоняется от средней величины, составляющей для здорового человека — на уровне моря — приблизительно 5½% одной атмосферы.

Давление кислорода остается равным образом постоянным приблизительно на уровне 15%.

При телесном напряжении и глубоком дыхании объем вдыхаемого и выдыхаемого воздуха может достигать 1—1,5 л или даже больше. Однако это увеличение получается преимущественно благодаря введению большего количества дополнительного воздуха или благодаря более глубокому дыханию. Лишь в незначительной степени оно получается благодаря более полному выдоху. Вентиляция в сущности состоит в смешении приблизительно 1 л свежего воздуха с 3-кратным количеством легочного воздуха и в отдаче 1 л этой смеси; в то же время газообмен продолжается непрерывно, так что легочный воздух сохраняет почти в точности свой состав неизменным.

Обеспечение снабжения кислородом с помощью углекислоты

В обычных условиях во всяком жизненном явлении каждое движение организма или его органов связано с повышенным образованием углекислоты. В то же время оно вызывает абсорбцию соответствующего израсходованной энергии количества кислорода. Образовавшаяся при этом углекислота переходит из работавшей мышцы в кровь. Через нее она попадает в так называемый дыхательный центр, регулирующий деятельность грудных мышц и диафрагмы, и вызывает раздражение, усиливающее его деятельность. Вызванное этим усиление дыхания опять дает необходимый для покрытия нехватки кислород, покрывает вызванный мышечной работой «кислородный долг». Так, по удачному выражению Мишера, «углекислота простирает свои защитные крылья над потребностью организма в кислороде».

Эти взаимоотношения и различия между кислородом и углекислотой, как возбудителями дыхания, лучше всего иллюстрируются следующим весьма простым опытом: нормальному человеку, находящемуся в состоянии покоя, дают для дыхания чистый кислород вместо воздуха. Это легко провести при дыхании с помощью спирометра, соединенного с маской для лица, или с помощью мундштука с вентилями. Можно было бы ожидать какого-либо действия на частоту дыхания и объем его или же изменения потребления кислорода,

однако практически ничего этого отметить нельзя. Дыхание оказывается совершенно неизменным или уменьшившимся в очень незначительной степени, определяемой лишь весьма точными измерениями. Однако подопытное лицо не ощущает никакого различия между чистым кислородом и воздухом, содержащим лишь 21% кислорода. Очевидно, как было уже упомянуто, окисление тканей и потребление кислорода в организме регулируются по совершенно иным принципам, чем горение.

Если поставить другой опыт, с той же аппаратурой и таким же образом, но на сей раз вместо кислорода с воздухом, содержащим несколько процентов углекислоты, то объем дыхания увеличивается почти моментально. У лиц нормальных это увеличение в случае не слишком высокой концентрации углекислоты выражается преимущественно в углублении дыхания без учащения его. Если выдыхаемый воздух собрать в другом спирометре, измерить, а затем произвести его анализ, то мы найдем, что организм выделяет почти такое же количество углекислоты или даже несколько большее обычного вследствие мышечной работы, связанной с усилением дыхания. Но, отвлекаясь от этого увеличения, измерение объема показывает, что всегда углекислоты выделяется столько, сколько ее образуется в организме. Количество углекислоты не может ни значительно увеличиться, ни уменьшиться, так как она сама представляет регулирующий стимул дыхания.

Третий, слегка видоизмененный, опыт показывает, насколько даже нормальное дыхание зависит от раздражения, вызываемого углекислотой. Подопытное лицо старается в течение приблизительно 0,5 мин. дышать глубже и при этом по крайней мере столь же быстро, но все же не слишком часто по сравнению с обычным дыханием. Читатель может попытаться проделать этот опыт: он вполне безопасен. При этом легкие вентилируются чрезмерно. Благодаря своеобразию содержащегося в крови соединения кислорода, о чем речь еще будет в дальнейшем, получается, что при этом количество введенного кислорода почти не изменяется. Но зато содержание углекислоты в крови временно уменьшается. По прекращении этого произвольного напряжения у большинства людей наблюдается интересное явление, а именно: полное отсутствие потребности в дыхании, а потому — полное прекращение дыхания. Продолжительность этого так называемого истинного «апное» колеблется в зависимости от длительности и интенсивности предшествовавшего чрезмерного дыхания.

Еще более убедительные доказательства решающей роли углекислоты при непосредственном регулировании дыхания были даны Холдэном и его сотрудниками.

Холдэн и Пристли показали, что подлинный воздух легочных альвеол может быть получен следующим образом: после того как подопытное лицо продолжало дышать в течение известного периода времени, предлагают ему сделать совершенно внезапно выдох через трубку длиной в метр и диаметром в 1,5 см. Затем берется проба из последней части выдохнутого воздуха из верхнего конца трубки, через боковой отвод ее. Эта проба представляет не что иное, как воздух из самых глубоких частей, т. е. из альвеол легких. Серийные исследования содержания углекислоты в этом альвеолярном воздухе показывают, что у здорового человека содержание углекислоты в воздухе альвеол остается при самых разнообразных условиях весьма постоянным, даже в случае, если эти серийные опыты продолжаются месяцами и годами.

Отсюда вытекают в качестве основных понятий современного учения о непосредственном регулировании дыхания:

1) установка дыхания на объем, необходимый для поддержания почти неизменного парциального давления углекислоты в легочных альвеолах;

2) регулирующее действие содержащейся в артериальной крови углекислоты на дыхательный центр.

Углекислота и недостаток кислорода как средства, возбуждающие дыхание

Хотя мы настойчиво подчеркивали влияние углекислоты при различных нормальных условиях жизни на регуляцию дыхания, однако не следует из-за этого упускать роль, которую играет кислород при ненормальных или хотя бы лишь слегка уклоняющихся от нормы условиях. Вдыхание сильно обогащенного кислородом воздуха или даже чистого кислорода не оказывает, как уже ранее было указано, никакого непосредственно заметного действия, кроме разве весьма незначительного уменьшения объема дыхания. С другой стороны, несколько вдохов индифферентного газа, вроде азота или водорода, в смеси с незначительным количеством кислорода или даже без него, вызывают сильное учащение дыхания, становящегося даже бурным, причем действие это наступает почти моментально. Если непосредственно за этим вдыхание нормального воздуха возобновляется, то обычно следует несколько очень частых дыханий, а затем нормальное дыхание возвращается не сразу, объем его уменьшен, или оно вообще на некоторое непродолжительное время совсем приостанавливается. Это объясняется тем, что первоначально вследствие чрезмерного дыхания (гиперпное) при недостатке кислорода выделение углекислоты далеко превышает норму. Когда нормальный приток кислорода возобновляется, то вследствие временного недостатка углекислоты наступает прекращение дыхания, или по крайней мере ослабление дыхания до тех пор, пока в крови и легких вновь не накопится нормальное количество углекислоты. Таким образом кислород иногда ослабляет дыхание и тем самым он может препятствовать выделению чужеродных или ядовитых газов, вызывающих усиление дыхания. Однако если применять кислород с незначительной примесью углекислоты, то это снижающее влияние чистого кислорода на дыхание не проявляется.

Если имеется лишь незначительная нехватка кислорода, то усиление дыхания также незначительно или, если все происходит в течение короткого промежутка времени, оно даже вовсе не проявляется. Благодаря своеобразию соединения, которое кислород образует с кровью, постепенно образующийся недостаток кислорода в воздухе оказывает сначала лишь незначительное влияние. Ясное влияние замечается лишь, когда парциальное давление кислорода падает с 21 до 13% ат. В этом случае количество кислорода в легких падает до 8—9%. С этого момента увеличение объема дыхания (гиперпное) все время нарастает. Когда вдыхаемый воздух содержит при обычном состоянии барометра лишь 11—18% кислорода, появляется обморочное состояние. Дыхание однако еще продолжается, и внезапной смерти в этих случаях также не бывает, если процентное содержание кислорода не упадет еще на несколько процентов. В отношении наступления обморока или потери сознания

вследствие падения давления кислорода имеются индивидуальные колебания.

Простейшую картину взаимно сменяющегося влияния углекислоты и кислорода на дыхание дает следующий опыт. Нормальный человек может задержать дыхание на 30—50 сек. Даже после предварительного вдыхания кислорода здоровый атлетически сложенный мужчина не может заметно дольше задержать дыхание, чем обычно, так как и нормальное дыхание (нормальное кровообращение) покрывает полностью его потребность в кислороде. С другой стороны, часто лица, менее здоровые, обладающие коротким дыханием, могут после предварительного вдыхания кислорода задержать дыхание на значительно больший промежуток времени, чем до вдыхания кислорода. Однако как здоровые, так и более слабые лица после продолжавшегося несколько минут усиленного дыхания могут задержать дыхание даже на 2—3 мин. подряд без перерыва, так как количество углекислоты в крови их уменьшилось. Еще показательнее факт, что после предварительного достаточного продолжительного и сильного, напряженного дыхания появляется задержка стимула к нормальному дыханию, так называемая поворотная точка задержки дыхания, до тех пор пока вновь не накопится нормальное количество углекислоты. В этом случае стимул для возобновления дыхания появляется отчасти благодаря углекислоте, отчасти вследствие исчезания кислорода из крови и легких. Это видно из следующего. Если после усиленного дыхания легкие тотчас же наполняются кислородом (например посредством вдыхания из резервуара), то дыхание может быть задержано на промежуток времени, в 2—3 раза более продолжительный, чем после напряженного дыхания без добавления кислорода. Это значит: после усиленного дыхания с последующим вдыханием кислорода можно задержать дыхание на 6—8—10 мин. и даже дольше. Как долго можно задерживать его вообще, т. е. без предшествующего усиления дыхания и вдыхания кислорода, зависит от «показателя разведения» дыхания, определяемого щелочностью крови; последняя является также хорошим масштабом для этого показателя.

Горная болезнь и акклиматизация

Явления, вызываемые низким давлением атмосферы на большой высоте над уровнем моря, и состояние, известное под названием горной болезни, происходят прежде всего от недостатка кислорода. В следующей главе мы разберем этот вопрос подробнее. Люди, проживающие долгое время на большой высоте, акклиматизируются. Они вдыхают постоянно больший объем воздуха, чем на уровне моря; с этим связано относительное уменьшение количества выделяемой углекислоты на единицу введенного воздуха. Иными словами: углекислота альвеол разводится у них до более низкого парциального давления. Чем значительнее высота и чем ниже давление кислорода, тем больше количество остаточного воздуха в легких, и обратно, тем ниже вследствие этого процентное содержание углекислоты в легких. Однако количество углекислоты, образующееся при этом на любой высоте во время покоя или при одной и той же работе, равно количеству ее, образуемому на уровне моря. Таким образом, на всех высотах, на которых человек может акклиматизироваться, очевидно парциальное давление кислорода или, другими словами, состояние барометра является определяющим для количества углекислоты в альвеолах, поддерживаемого дыханием всегда на одном уровне. Итак,

главным фактором при регуляции дыхания является парциальное давление кислорода. Однако внезапное изменение условий и требований, как в упомянутых выше опытах, невозможно. Приспособление к давлению кислорода происходит весьма медленно и требует многих дней или недель, между тем как приспособление к изменениям концентраций углекислоты в легких совершается моментально.

Для лучшего уяснения этих условий необходимо еще объяснить, как происходит перенос кислорода и углекислоты в крови.

Основная литература по дыханию

Haldane J. S., *Organism and Environment as illustrated by the Physiology of Breathing*. Yale University Press, 1917.

Haldane J. S., *Respiration*. Yale University Press, 1922.

Meakins a. Davies, *Respiratory Function in Disease*. Edinburgh and London 1925; здесь имеется исчерпывающий указатель литературы.

Means J. H., *Dyspnea*. Medicine Monographs, vol. 5. Baltimore 1924; краткое, но замечательное изложение различных расстройств дыхания.

Bethe, *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*, Bd. 2. Atmung. Berlin 1925.

Дж. С. Холден и Дж. П. Пристли, *Дыхание*, М. 1937.

Дыхательные функции крови и их законы

Обмен веществ между различными частями организма совершается преимущественно с помощью крови. Из всех веществ, ею переносимых, важнее всего кислород и углекислота. Легкие и ткани вводят значительные и притом меняющиеся количества этих газов и вновь отдают их. У взрослого человека эти количества в покое равны 0,2—0,3 л в минуту, при работе 1—2 л, при напряженном труде 3—4 л.

Три функции гемоглобина

Кислород и углекислота растворяются в крови согласно закону Генри. Однако количества, задерживающиеся в растворенном виде в легких и тканях (3 об. % углекислоты и 0,4 об. % кислорода), слишком незначительны для обеспечения достаточного переноса их. Если бы объемы этих газов зависели исключительно от закона Генри, т. е. от растворимости, то при работе образовались бы слишком большие изменения давления по сравнению с состоянием покоя. Сущность этого закона состоит именно в том, что у растворенного в жидкости газа всякое увеличение объема вызывает соответствующее изменение парциального давления. Фактически однако очень большие количества газов переносятся при очень незначительном изменении давления.

Как известно, особое назначение гемоглобина — окрашенной в красный цвет составной части крови — состоит в том, что он соединяется с кислородом, и благодаря этому кровь в состоянии принимать в легких кислород и отдавать его ткани. При этом гемоглобин в легких окисляется. Далее в последнее время было обнаружено, что гемоглобин играет по крайней мере столь же важную, но совершенно иную роль при переносе углекислоты. Носителями этих двух функций являются две различные атомные группы в молекуле гемоглобина. Имеется распространенное представление, что гемоглобин является посредником в обмене кислорода на углекислоту в тканях и затем при обратном обмене в легких; это мнение совершенно не-

правильно. Фактически кровь может переносить максимальные количества обоих газов одновременно. Хотя процессы при переносе этих газов совершенно различны, они однако оказывают значительное влияние друг на друга.

Углекислота не соединяется непосредственно с гемоглобином. Последний обладает наряду с прочими многочисленными и сложными свойствами способностью действовать в качестве слабой кислоты. В качестве таковой он входит в соединение с имеющимися в крови в очень незначительном избытке щелочами. Когда кровь протекает через ткани, образовавшаяся в последних углекислота реагирует с упомянутым щелочным гемоглобином с образованием двууглекислых щелочей. Преимущественно в виде такого бикарбоната натрия и в незначительном количестве также и в виде других щелочных бикарбонатов углекислота связывается и переносится в крови.

Определяющим для хода процессов в живом организме является то, что благодаря этим свойствам гемоглобина кровь в состоянии переносить значительные количества кислорода и углекислоты, причем ни парциальное давление, ни равновесие оснований и кислот в крови заметно не изменяются. Таким образом гемоглобин несет три функции: 1) он соединяется с кислородом и отдает его легко вновь; 2) он поставляет щелочь для образования двууглекислых щелочей и переноса углекислоты в легкие; 3) в качестве очень слабой кислоты он так легко связывает и отдает вновь щелочи, что благодаря ему кислотно-щелочное равновесие в крови, т. е. концентрация водородных ионов в ней, остается постоянным в пределах очень незначительных колебаний.

Соединение кислорода с гемоглобином

Гемоглобин образует с кислородом истинное, хотя и весьма нестойкое соединение в стехиометрических отношениях. Оно представляет сложное железосодержащее белковое соединение с очень большой молекулой. Железо его легко переходит в высшую степень окисления и обратно. При этом один атом железа соединяется с 2 атомами кислорода. Определяющим для хода реакции является парциальное давление кислорода, под которым кровь находится и с которым она находится в равновесии. В крови, содержащей у здорового человека в определенных пределах нормальное количество гемоглобина, количество кислорода, необходимое для полного насыщения ее, равно приблизительно 18—20 объемам газа на каждые 100 объемов крови. Это называется 100%-ным насыщением. Артериальная кровь, находящаяся в равновесии с атмосферой в легких (приблизительно 100 мм парциального давления кислорода), насыщена примерно на 97%. Притекающая обратно из органов в легкие средняя смесь венозной крови у крепкого человека в состоянии покоя имеет потерю приблизительно 4 объемных процента кислорода и поэтому насыщена примерно на 75%. При сильном мышечном напряжении со значительным расходом кислорода в тканях «дефицит насыщения» может достигать 60% и более, соответственно насыщению, равному 40% и даже меньше.

Если бы процент насыщения и соответствующее парциальное давление были пропорциональны друг другу, то насыщение в 74 или 40% соответствовало бы парциальному давлению в 74 или 40 мм. На самом же деле оно соответствует парциальному давлению в 43 или 26 мм. Иначе говоря: форма кривой диссоциации гемоглобина не

представляет ни прямой линии, ни простого показательного уравнения. Она скорее имеет форму буквы S, от давления равного нулю и содержания кислорода тоже равного нулю она подымается сначала медленно до давления в 10 мм, затем быстрее, так что при 15 мм насыщение достигает 20%, при 26 мм 40%, при 35 мм 60%, при 48 мм 80%, при 100 мм 97%.

По этим цифрам можно сразу заметить, почему незначительное понижение давления кислорода во вдыхаемом и легочном воздухе (в норме приблизительно 100 мм) оказывает лишь сравнительно небольшое действие: пока давление не падает резко, количество захваченного кровью кислорода уменьшается лишь незначительно.

Учение «об отношениях между кислородом и гемоглобином» обширно и сложно и в данной книге не будет подробно изложено. Следует однако заметить, что сродство гемоглобина с кислородом подвергается некоторым влияниям, хотя эти факторы и вытекающее из них общее действие на гемоглобин мало меняются у здоровых лиц. Если водный раствор совершенно или почти совсем чистого гемоглобина привести в равновесие с кислородом при различных давлениях, то мы получим диссоциационную кривую, представляющую «прямоугольную гиперболу». При сравнительно низком давлении кислорода такой раствор поглощает по отношению к своему содержанию гемоглобина гораздо больше кислорода, чем гемоглобин мог бы поглотить в условиях, существующих в крови. Эта диссоциационная кривая гемоглобина при наличии солей (KCl и др.) заметно изменяется, так что получается упомянутая выше S-образная форма ее. Кроме того диссоциационная кривая особенно чувствительна к изменениям концентрации водородных ионов в жидкости. Уже незначительное увеличение в этом направлении вызывает заметное падение кривой. Это падение относится не к общей массе кислорода при полном насыщении раствора, а лишь к связанному кислороду при неполном насыщении. Этот случай отражает нижняя кривая на рис. 9.

Гемоглобин имеется в красных кровяных тельцах вероятно в виде коллоида. Концентрация различных солей в крови весьма равномерна и благодаря деятельности почек она удерживается на нормальном уровне.

Влияние концентрации водородных ионов на гемоглобин

Концентрация водородных ионов в крови постоянна; только при увеличении концентрации углекислоты в венозной крови получается незначительное повышение ее, моментально вновь уравновешиваемое благодаря выделению углекислоты легкими. Однако наступающее изменение концентрации водородных ионов все же влияет на диссо-

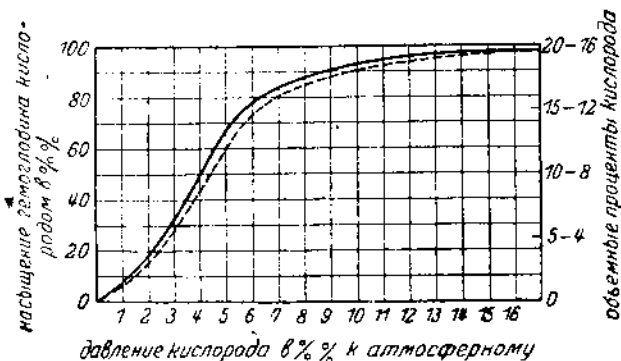


Рис. 9. — диссоциационная кривая оксигемоглобина в крови при 40 мм давления углекислоты; ---- диссоциационная кривая кислорода в организме.

циацию кислорода и гемоглобина, так что при данном содержании кислорода его давление увеличивается по мере поступления в кровь углекислоты. Поэтому кислород переходит в ткани при заметно более высоком давлении, чем в случае, если бы не существовало влияния углекислоты и концентрации водородных ионов на сродство гемоглобина к кислороду.

Отсюда понятно, почему гемолизированная кровь с разрушенными благодаря ядам красными кровяными тельцами и растворенным в плазме гемоглобином обладает столь сильно изменившимися свойствами. Это становится понятным также из того, что по определению Хаггарда нормальная кровь поглощает кислород и отдает его обратно без образования заметного количества тепла при реакции и, что, наоборот, по исследованиям, проведенным им совместно с другими сотрудниками, растворенный гемоглобин при соединении с кислородом развивает при реакции заметную теплоту.

Перенос углекислоты

Уже много лет назад было доказано Цунцом и др., что перенос углекислоты зависит в общем от гемоглобина, но лишь в самое последнее время было дано объяснение этому общеизвестному факту. В нормальной артериальной и венозной крови углекислота связана лишь в весьма незначительной части с гемоглобином. Большая часть углекислоты переносится не с красными кровяными тельцами, содержащими при нормальных условиях весь гемоглобин, а с плазмой или кровяной жидкостью и притом в виде бикарбоната натрия.

Тем не менее гемоглобин является важным фактором. При действии углекислоты на плазму, не содержащую красных кровяных телец, при различных давлениях поглощение и выделение газа почти не отличается от обычного разведения углекислоты в воде или в растворе солей по закону Генри. Только благодаря буферному действию белков плазмы поглощается некоторый избыток углекислоты сравнительно с солевым раствором. Наоборот, в присутствии красных кровяных телец плазма и кровь как целое дают для углекислоты диссоциационную кривую, показывающую резкий рост сравнительно с простым раствором, так что кровь может транспортировать сравнительно очень значительные количества углекислоты без значительной разницы в давлении в обоих концах ее пути, т. е. в тканях и легких.

Молекула гемоглобина содержит вероятно и кислые карбоксильные и основные аминовые группы и поэтому является амфотерным электролитом. Его изоэлектрическая точка соответствует концентрации водородных ионов несколько более высокой, чем pH крови, равная 7,35. «Кислотность» гемоглобина таким образом несколько выше кислотности крови. Гемоглобин реагирует как кислота, несколько слабее диссоциирующая, т. е. более слабая, чем углекислота. В артериальной крови углекислота широко связана с основаниями, в значительной степени с калием, так как в красных кровяных тельцах имеется преимущественно хлористый калий. В плазме же, наоборот, преобладающими неорганическими составными частями являются хлористый натрий (0,12 моля) и двууглекислый натрий (0,02 моля).

Стенки красных кровяных телец почти непроницаемы для катионов, но очень легко пропускают такие анионы, как Cl^- и H^+CO_3^- . Протекающая через работающую мышцу артериальная кровь, плазма которой содержит упомянутые выше соли, получает от первой благодаря более высокому давлению углекислоты в мышечной ткани нормаль-

ный заряд. В растворе угольный ангидрид действует, как угольная кислота H_2CO_3 , и в зависимости от концентрации угольной кислоты происходит перераспределение кислот и оснований. Хлор из хлористого натрия переходит в красные кровяные тельца и соединяется в них с калием, находившимся до того в связи с гемоглобином. Натрий, освободившийся из хлористого натрия, переходит в бикарбонат натрия. Внутри красных кровяных телец образуется вероятно также из угольного ангидрида или из H_2CO_3 бикарбонат калия. Вновь образованная углекислота распределяется, как правило, совершенно равномерно соответственно объему между плазмой и красными кровяными тельцами. Из этих двух составных частей крови плазма имеет больший объем и является поэтому главным переносчиком углекислоты. Однако выполнению этой задачи способствует прежде всего гемоглобин красных кровяных телец; белки плазмы имеют в этом отношении аналогичное, но гораздо меньшее значение.

Происходящее при протекании крови через легкие и ткани распределение и перераспределение различных ионов между красными кровяными тельцами и плазмой, при котором количество углекислоты крови то слегка увеличивается, то слегка уменьшается, совпадает как будто в точности с теоретическими требованиями, выведенными Д он н а н о м для равновесия при полупроницаемых мембранах.

Область эта в настоящее время деятельно разрабатывается наукой. С химической точки зрения вся система в общих чертах вполне выяснена, лишь отдельные детали ее кажутся еще запутанными. Данные выше объяснения касаются лишь взглядов, связанных с объемом дыхания.

Все же следует упомянуть сейчас об одном химическом явлении, которое может внести характерное физиологическое дополнение в общую картину всех этих реакций и процессов. Как доказал Х о л д э н, гемоглобин, связанный с кислородом, обнаруживает заметно большую кислотность и более сильную диссоциацию водорода своей карбоксильной группы, чем не содержащий кислорода гемоглобин. Поэтому окисление гемоглобина благоприятствует вытеснению углекислоты из крови в легких, в тканях же кровь благодаря отдаче кислорода становится более щелочной и поэтому легче поглощает углекислоту. По последним наблюдениям в а н С л а й к а концентрация водородных ионов в крови не изменяется по отдаче 10 частей кислорода и одновременном поглощении 7 частей углекислоты. Как впервые доказал Х о л д э н, концентрация водородных ионов в венозной крови может быть лишь незначительно выше, чем в артериальной, так как дыхательный коэффициент обычно равен приблизительно 0,8.

Концентрация водородных ионов в крови

Основное значение в химии крови, как и во всех современных химических теориях, имеет понятие относительного равновесия. Такие условия, как кислотность или щелочность, мы определяем как состояние равновесия и обозначаем их числом, указывающим на количество компонента в фазе, когда после добавления других веществ, как например щелочи или кислоты, реакции полностью закончились.

В настоящее время степень кислотности, а равно и щелочности выражают исключительно числом водородных атомов или ионов, отщепляемых водой в присутствии кислоты или щелочи. Во всяком водном растворе незначительная часть воды находится поэтому в диссоциированном состоянии. Однако произведение числа H^+ и

ОН-ионов как в чистой воде, так в растворах нейтральных солей и в кислых или щелочных растворах любой крепости представляет величину постоянную. Кислоты и щелочи в зависимости от их концентрации и степени диссоциации влияют на это состояние. Слабая кислота влияет слабее сильной, потому что она менее диссоциирована и содержит меньше Н-ионов. Совершенно аналогично в растворах диссоциированных щелочей содержится больше ОН-ионов, вследствие чего соответственно уменьшается число Н-ионов.

Выражение, посредством которого мы обычно обозначаем концентрацию водородных ионов или сН , является к сожалению довольно запутанным и малопонятным: оно обозначается рН и представляет отрицательный логарифм числа граммэквивалентов Н-ионов, содержащихся в 1 л раствора ($\text{рН} = \lg \frac{1}{\text{сН}}$). При увеличении числа рН уменьшается сН и кислотность; $\text{рН} = 7$ соответствует нейтральной реакции. В этом случае число имеющихся в жидкости Н-ионов (или ОН-ионов) равно $1 \cdot 10^{-7}$; так как эти количества одинаковы, то они уравниваются, как в чистой воде, и образуют нейтральную реакцию.

Под концентрацией водородных ионов в крови следует в общем понимать имеющуюся в плазме концентрацию при нормальном содержании газов в крови*.

Содержащийся в плазме бикарбонат натрия (NaHCO_3) мы обычно называем щелочным резервом. Термин этот однако выбран не совсем удачно, так как истинным резервом крови является гемоглобин или скорее калиевая соль гемоглобина в кровяных тельцах. По удалении их из крови центрифугированием плазму можно нейтрализовать с помощью разбавленной соляной кислоты совсем так же, как если бы мы имели дело с раствором бикарбоната натрия. Но если имеются кровяные тельца и кровь находится в атмосфере с содержанием 5—6% CO_2 , то на нейтрализацию уходит гораздо больше соляной кислоты. Цельная кровь в состоянии нейтрализовать гораздо больше кислоты, чем одна плазма, оставаясь приблизительно нейтральной. Причина понятна из следующего наблюдения. Если изолированные, взвешенные в разбавленном нейтральном растворе поваренной соли красные кровяные тельца подвергать действию атмосферы углекислоты и вновь центрифугировать, то значительная часть натрия окажется в солевом растворе в виде бикарбоната. Ионы хлора, наоборот, проникают в кровяные тельца и там соединяются с содержащимся в них калием. Если вновь перенести кровяные тельца в свежий раствор соли, то этот процесс образования бикарбоната может быть повторен, пока таким образом не образуется в общей сложности 200—300 объемных процентов связанной углекислоты или NaHCO_3 . При этом первоначальный объем крови, из которой получены красные кровяные тельца, принят за 100*.

Главные факторы при регулировании дыхания

В настоящее время можно описать гораздо точнее физиологическую регуляцию дыхания, чем до сих пор. Она происходит трой-

* Henderson и Haggard в своей работе приводят в данном месте (а также и в дальнейшем в отмеченных * местах) подробную математическую формулировку излагаемых физиологических процессов, о которой мы здесь можем лишь упомянуть.

ким путем: путем прямого регулирования, косвенного или промежуточного регулирования и основного регулирования.

1. Прямое регулирование производится с помощью массы углекислоты, образованной и выделенной к данному моменту организмом.

2. Промежуточное регулирование происходит благодаря щелочности крови; в зависимости от ее степени поддерживается показатель разведения приблизительно на одном уровне. Последний можно определить из отношения всего вдыхаемого воздуха в литрах к 1 л выдыхаемой углекислоты. Эта тонкая регуляция возможна благодаря высокой чувствительности дыхательного центра к концентрации водородных ионов в крови.

3. Наконец основное регулирование обусловлено давлением кислорода, свойственным данному субъекту. Оно определяет количество щелочи в крови и при изменении высоты или показания барометра способствует восстановлению равновесия. Это достигается ослаблением дыхания при всяком подъеме давления кислорода или постепенным учащением его при уменьшении количества кислорода. При ослаблении дыхания кровь становится сравнительно кислее благодаря накоплению углекислоты. С другой стороны, возбуждение дыхания, обусловленное недостатком кислорода, вызывает усиление дыхания с обеднением крови углекислотой, благодаря чему кровь становится слишком щелочной. В нормальном организме ослабление дыхания и наступающий ацидоз (представляющий в сущности лишь симптом острого заболевания) вызывают поступление откуда-либо щелочи в кровь. Алкалоз, т. е. слишком низкое отношение H_2CO_3 к NaHCO_3 , ведет в организме к уменьшению щелочности крови частью с помощью мочи, частью неизвестными пока путями; при этом безразлично, велико или незначительно абсолютное количество щелочи в крови.

Эти явления регуляции с целью удержания или восстановления равновесия или попытки восстановления его (так как в некоторых случаях отравлений и в патологических условиях, определяемых ошибочно как некомпенсированный ацидоз, эта регуляция более или менее безрезультатна) необходимо сейчас объяснить.

С одной стороны, несомненно, что углекислота повидимому вследствие быстрой диффузии в ткани оказывает специфическое влияние на дыхательный центр. С другой стороны, с несомненностью установлено также, что на дыхательный центр влияет только та часть углекислоты, которая играет роль в концентрации водородных ионов в крови. Это равнозначает тому, что дыхание регулируется отношением растворенной в плазме углекислоты к связанной в ней углекислоте (в виде NaHCO_3). Поэтому увеличение угольной кислоты вызывает усиление дыхания, увеличение же бикарбоната — ослабление его. При этом однако регулирующим фактором дыхания является не сумма и не разность, а отношение H_2CO_3 к NaHCO_3 .

Законь дьхательных функций крови

1. Регуляция с помощью углекислоты альвеол

Постоянные колебания объема дыхания вызываются почти исключительно растворенной углекислотой. Щелочность крови остается почти постоянной и поэтому практически почти не оказывает влия-

ния на эти колебания. Они возникают благодаря тому, что изменяющееся количество образовавшейся в организме углекислоты вызывает изменение ее давления.

Это давление увеличивает или уменьшает количество растворенной углекислоты и таким образом регулирует содержание ее в крови. В том же направлении влияет оно на концентрацию водородных ионов; на последнюю дыхание реагирует моментально. Вследствие этого изменения столь незначительны, что едва могут быть обнаружены с помощью применяемых в настоящее время методов. Таким образом первый закон гласит: степень вентиляции легких изменяется почти в точности пропорционально образованию углекислоты в организме, и давление углекислоты в легочном воздухе остается поэтому почти на одном уровне*.

2. Регуляция с помощью щелочи крови

Второй способ регулирования дыхания совершается исключительно с помощью щелочи крови или связанной углекислоты (в виде NaHCO_3). Чем больше количество последней, тем меньше объем дыхания. Ион $\text{H}'\text{CO}_3$, т. е. та форма, в которой углекислота преимущественно существует в крови, действует очевидно не возбуждающе на дыхание, а скорее ослабляет его. Эта регуляция представляет упомянутую выше промежуточную регуляцию. Она однако не имеет прямого отношения к постоянным колебаниям дыхания. Объем дыхания скорее определяется упомянутым выше фактором разведения в зависимости от количества образовавшейся углекислоты, т. е. от того, составляет ли давление углекислоты в альвеолах в данный момент больше или меньше 3, 4, 5 или 6% атмосферы. Для получения нормальной концентрации водородных ионов в крови здорового человека необходимо на данное количество NaHCO_3 в плазме, например на 30, 40, 50 или больше единиц (выраженных в объемных процентах связанной углекислоты), наличие соответствующего количества H_2CO_3 в простом разведении. (Концентрация водородных ионов пропорциональна отношению $\text{H}_2\text{CO}_3 : \text{NaHCO}_3$.) Для сохранения дыхания на одинаковом уровне, как при содержании щелочи в крови равном 40, парциальное давление углекислоты, при щелочности равной 50, должно составлять $\frac{4}{5}$ прежнего давления или $\frac{4}{6}$ такового, при щелочности равной 60. Таким образом альвеолярное давление углекислоты должно быть всегда в соответствии с данным содержанием щелочи в крови урегулировано так, чтобы отношение $\text{H}_2\text{CO}_3 : \text{NaHCO}_3$ сохранялось неизменным и нормальным. Как уже было показано, объем дыхания, взятый в отношении единицы количества образованной углекислоты, должен изменяться согласно принципу разведения обратно пропорционально существующему в данный момент в альвеолах давлению углекислоты. Следовательно если содержание углекислоты в альвеолах равно 5% атмосферы, то показатель разведения равен 20 (так как $20 \cdot 5 = 100$); при 4% он был бы равен 25. Поэтому для низкого, или сильно разведенного, содержания углекислоты в альвеолах необходим значительный объем воздуха, для высокого, или слабо разведенного, содержания углекислоты в альвеолах при равном количестве CO_2 требуется лишь сравнительно незначительный объем*.

Таким образом второй закон гласит: уровень, или показатель разведения, вентиляции легких опреде-

ляется щелочностью крови и обратно пропорционален ей. При этом вентиляция легких измеряется количеством единиц образовавшейся углекислоты, которым и определяется дыхание соответствующего лица.

Практическим выводом из этого закона является то, что определения давления углекислоты в альвеолах и резервной щелочности крови приводят в цифровом отношении к почти одинаковым результатам с незначительными лишь отклонениями.

3. Регуляция равновесия взаимодействием факторов

Давление кислорода и углекислоты в артериальной крови и щелочность крови сохраняют почти всегда постоянное отношение друг к другу на любом уровне над морем; наоборот, объем дыхания по отношению к единице количества углекислоты изменяется обратно пропорционально количеству кислорода и щелочности крови. Таков третий закон ★.

4. Зависимость pH от кислорода

Это отношение определяется четвертым законом следующим образом: если парциальное давление кислорода в артериальной крови, выраженное в миллиметрах, в сравнении со щелочностью крови, выраженной в объемных процентах связанной углекислоты, превышает отношение 100:50, то дыхание ослабляется в соответствии со щелочностью крови. Отношение $\text{H}_2\text{CO}_3:\text{NaHCO}_3$ и вероятно также и концентрация водородных ионов поднимаются тогда выше нормы (низкое значение pH). Однако если отношение кислорода к щелочи падает ниже 100:50, то дыхание усиливается опять-таки в соответствии со щелочностью крови. Отношение $\text{H}_2\text{CO}_3:\text{NaHCO}_3$ и вероятно также и концентрация водородных ионов в этом случае уменьшаются (высокое значение pH).

5. Регуляция щелочности крови посредством pH

Если вследствие ослабления дыхания отношение $\text{H}_2\text{CO}_3:\text{NaHCO}_3$ увеличится сверх нормы и будет на этой высоте держаться, то pH уменьшится и щелочность крови будет нарастать. Наоборот, если благодаря усилению дыхания упомянутое отношение держится ниже нормы, pH становится большим и щелочь по возможности удаляется из крови. Таким образом оба процесса стремятся привести упомянутое отношение вновь к норме и восстановить нормальное pH при новом уровне щелочности крови. Таков пятый закон ★.

Короче говоря, это значит: непосредственной причиной низкого pH является всегда соответственное ослабление дыхания. Результатом низкого pH является доставка большего количества щелочи в кровь. Наоборот, непосредственной причиной высокого pH является всегда усиление дыхания, а следствием последнего — устранение части щелочи из крови.

Основы физиологической регуляции

В характере и методе постоянного приспособления организма к изменениям внешнего мира и в несении гемоглобином окислительно-восстановительных функций в отношении кислорода, углекислоты и концентрации водородных ионов в крови проявляется картина действия основного закона физиологии. Живой организм устроен так, что несмотря на большие колебания в его деятельности и внешних условиях, все важнейшие внутренние факторы жизни, как давление газов, концентрация водородных ионов, осмотическое давление и другие физиологические константы, сохраняются постоянно на почти одинаковом уровне. Это приблизительное постоянство достигается лишь отчасти с помощью механических и химических буферов; такими буферами являются например большой объем стационарного воздуха в легких, амфотерные протеины и бикарбонат натрия в крови. Однако в общем и целом регулирование констант организма и сохранение здоровья основаны на специфическом своеобразии физиологических процессов. Из него вытекает способность организма к восстановлению и возобновлению собственными силами.

Блестящие успехи применения химии к биологическим проблемам приводили часто к несправедливому забвению той истины, что в физиологии понятие равновесия означает нечто совершенно другое, чем различные состояния равновесия в химии. Как показывает пример крови, в организме происходят разнообразнейшие химические реакции, но равновесие у человека или животного представляет нечто активное, динамически действующее в смысле восстановления при разнообразнейших условиях. Как это происходит, пока еще не ясно. Мы знаем об этом так же мало, как об явлениях при голоде или жажде и о необходимости при них вновь уравновесить потерю энергии или воды. Дыхательные функции, наблюдаемые нами в крови, нельзя рассматривать как явления чисто химического равновесия. При высоком давлении кислорода дыхание, так сказать, само собой ослабевает, так что углекислота может накопиться до сравнительно большой концентрации водородных ионов. Это опять-таки вызывает в противовес немедленное увеличение щелочности, так что концентрация водородных ионов вновь возвращается к норме. В случае если давление или содержание кислорода в крови уменьшается, например при переселении с берега моря на горные высоты или при длительной работе в атмосфере, содержащей незначительные количества окиси углерода, дыхание усиливается, парциальное давление углекислоты падает и из крови удаляется точно соответствующее количество щелочи; в результате получается приспособление к данной высоте или к испорченной атмосфере. Все же это приспособление требует известного усилия. Хотя благодаря этому при продолжительном сохранении подобных ненормальных условий и может получиться почти полная акклиматизация, все же например у летчиков или лиц, подвергшихся временно действию окиси углерода, может появиться состояние, сходное с бывающим у чрезмерно тренированных и благодаря этому ослабленных спортсменов.

Основная литература о дыхательных функциях и о кислотно-щелочном равновесии крови

- Haldane J. S., Respiration (гл. IV и V: The Blood as a Carrier of Oxygen and Carbon Dioxide; гл. VIII: Blood Reaction and Breathing). Yale University Press, 1922.
Henderson Y., Physiological Regulation of the Acid-Base Balance of the Blood and some related Functions. Physiol. Rev. 5, 131, April 1925.

- Lundsgaard a. van Slyke, Cyanosis, Medicine Monographs, Baltimore 1923.
 Van Slyke D., Factors Affecting of the Distribution of Elektrolytes, Water and Gases in the Animal Body. Monographs on Experimental Biology, Philadelphia 1926.
 Austin a. Cullen, Hydrogen-Ion Concentration of the Blood in Health and Disease. Medicine Monographs 8, Baltimore 1926.
 Dautrebande L., Les Echanges Respiratoires. Les Problèmes Biologiques XIV. Les Presses Universitaires de France, Paris 1930.
 Pflüger, Zuntz, Bohr, Krogh, Hasselbach, Straub, Winterstein u. a. в Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 2. Atmung. Haffner, Wasserstoff- und Hydroxylionen в Haffner-Haebler, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. 3, 1 Teil.
 Winterstein, Handbuch der vergleichenden Physiologie, Bd. I, 1 Teil.

Практическое применение газовых законов

Газовые законы относятся к простейшим законам физики. Однако несмотря на это у каждого, применяющего эти законы к любому повседневному вопросу, легко и просто могут вкрасться ошибки. Как высок например подъем баллона гелия сравнительно с водородом (соответственные молекулярные веса равны 4 и 2)? На первый взгляд может показаться, что ответ будет 1 : 2. Между тем правильный ответ гласит: приблизительно $\frac{25}{27}$, если предполагать средний молекулярный вес воздуха равным 29.

Подобным же образом имеется не всегда правильное понимание отрицательного давления. Предположим, одна половина грудной клетки подверглась пункции и легкое в этой половине спалось. Передвинется ли в этом случае сердце, представляющее с прижимающимися органами легко передвигающуюся перегородку, раздвигаящую грудную клетку в известной мере на две камеры, в сторону неповрежденного легкого, или же будет отнесено от него? Далее: предположим, неповрежденное легкое кроме того раздулось благодаря соответствующему вдыханию, — будет ли сердце в этом случае более или менее сильно отнесено в том же направлении? «В сторону поврежденного легкого» и «сильнее» гласят ответы, правильные с механической точки зрения. Несмотря на это мы часто слышим прямо противоположные ответы. То, что сердце при вдохе передвигается в сторону спавшего легкого, имеет анатомические основания. Однако то, что обычно принимают за причину этого явления, вытекает из ошибочных взглядов на механические отношения в груди. Когда легкое при отрицательном давлении приближается к своей плевральной поверхности, оно удаляется при этом от сердца и поэтому не может давить на него обратно.

Третья повседневная ошибка вкрадывается при вычислении дыхательного коэффициента. Пытаются конечно делить процентное содержание углекислоты в выдыхаемом воздухе на вычисленный недостаток кислорода в нем, т. е. на число, представляющее собой разность между 20,93 и найденным содержанием кислорода в выдыхаемом воздухе. При этом однако упускают из виду, что при всяком коэффициенте дыхания ниже 1 объем выдыхаемого воздуха меньше, чем объем вдыхаемого. Вследствие этого получается часто значительная ошибка. Эта ошибка практически все же уравнивается тем, что объемы азота вдыхаемого и выдыхаемого воздуха совершенно одинаковы или приняты за одинаковые. Имеется еще много других примеров в данной области, представляющих как будто бы простые, но вместе с тем довольно затруднительные задачи.

Законы Бойля, Шарля и Генри и подробное изложение свойств паров даны в разделе «Важнейшие газовые законы», и поэтому

мы их сейчас повторять не будем. Мы попытаемся в настоящей главе показать, как практически выражается действие этих основных законов в области дыхания.

Обозначение концентрации газов

Концентрацию газов или паров в воздухе обозначают обычно четырьмя способами: 1) в объемных процентах; 2) в объемных долях (части на 1 миллион; $\text{см}^3/\text{м}^3$); 3) по парциальному давлению; 4) в весовых частях на объем ($\text{мг}/\text{л}$). Каждое из этих обозначений имеет при известных условиях свои преимущества и каждое может быть переведено в другое.

Парциальным давлением и объемными процентами мы в общем пользуемся для выражения концентраций обычно вдыхаемых газов — кислорода, азота и углекислоты, а также и сравнительно индифферентных газов, как водород и метан, которые лишь при больших концентрациях оказывают влияние на жизнь.

Концентрации более ядовитых газов выражают преимущественно в виде долей объема в 1000, 10 000, 1 000 000 ч. воздуха. В Америке общее распространение получила формула: «части на 1 миллион». Этот способ обозначения имеет в некоторых случаях свои преимущества, однако он не дает правильного основания для сравнения токсичности различных летучих веществ, поскольку они не обладают одинаковым молекулярным весом. При сравнении например токсичности равных объемов аммиака (мол. в. 17) и паров брома (мол. в. 80) упомянутый способ вызывает ошибку, так как одна единица объема вдыхаемого воздуха будет содержать в одном случае в 5 раз больше весовых частей действующего вещества, чем в другом.

Обозначение концентрации в весовых частях летучих веществ на единицу объема воздуха, обычно в миллиграммах на литр, дает не только возможность удобно сравнивать токсичность различных газов, но представляет наилучшее основание для заключения о степени заражения воздуха парами какого-либо летучего вещества и величине абсорбции газа или пара легкими. На стр. 69—70 приведена таблица для перевода концентраций, а именно объемных частей в миллиграммы на литр, и обратно.

Вес объемов газов *

Согласно закону Авогадро 1 грамм-молекула газа при одном и том же давлении и равной температуре занимает тот же объем, что и 1 грамм-молекула любого другого газа. Это значит, что равные объемы содержат одинаковое количество молекул и что вес их в граммах пропорционален молекулярному весу соответствующих веществ. При 0° и 760 мм этот объем равен 22,4 л. Таким образом при нормальных условиях вес 1 л любого газа при 0° и 760 мм давления равен молекулярному весу его, деленному на 22,4. Молекулярный вес кислорода равен 32; вес 1 л кислорода при нормальных условиях следовательно равен $\frac{32}{22,4} = 1,428$ г. При других условиях

температуры и давления вес литра кислорода изменяется в соответствии с законами давления и температуры, излагаемыми в дальнейшем.

* Ср. также раздел «Основные газовые законы».

Таблица для пересчета концентрации газов *

Объемные части на 1 миллион соответственно мг в литре;
25°C и 760 мм давления

Мод. в.	1 $\text{мг}/\text{л}$ = части на 1 млн.	1 часть на 1 млн. = $\text{мг}/\text{л}$	Мод. в.	1 $\text{мг}/\text{л}$ = части на 1 млн.	1 часть на 1 млн. = $\text{мг}/\text{л}$	Мод. в.	1 $\text{мг}/\text{л}$ = части на 1 млн.	1 часть на 1 млн. = $\text{мг}/\text{л}$
1	24 450	0,0000406	55	445	0,002250	109	224,3	0,00446
2	12 230	0,0000818	56	437	0,002290	110	222,3	0,00450
3	8 150	0,0001227	57	429	0,002331	111	220,3	0,00454
4	6 113	0,0001636	58	422	0,002372	112	218,3	0,00458
5	4 890	0,0002045	59	414	0,002413	113	216,4	0,00462
6	4 075	0,0002454	60	408	0,002454	114	214,5	0,00466
7	3 493	0,0002863	61	401	0,002495	115	212,6	0,00470
8	3 056	0,000327	62	394	0,00254	116	210,8	0,00474
9	2 717	0,000368	63	388	0,00258	117	209,0	0,00479
10	2 445	0,000409	64	382	0,00262	118	207,2	0,00483
11	2 223	0,000450	65	376	0,00266	119	205,5	0,00487
12	2 038	0,000491	66	370	0,00270	120	203,8	0,00491
13	1 881	0,000532	67	365	0,00274	121	202,1	0,00495
14	1 746	0,000573	68	360	0,00278	122	200,4	0,00499
15	1 630	0,000614	69	354	0,00282	123	198,8	0,00503
16	1 528	0,000655	70	349	0,00286	124	197,2	0,00507
17	1 438	0,000695	71	344	0,00290	125	195,6	0,00511
18	1 358	0,000736	72	340	0,00294	126	194,0	0,00515
19	1 287	0,000777	73	335	0,00299	127	192,5	0,00519
20	1 223	0,000818	74	330	0,00303	128	191,0	0,00524
21	1 164	0,000859	75	326	0,00307	129	189,5	0,00528
22	1 111	0,000900	76	322	0,00311	130	188,1	0,00532
23	1 063	0,000941	77	318	0,00315	131	186,6	0,00536
24	1 019	0,000982	78	313	0,00319	132	185,2	0,00540
25	978	0,001022	79	309	0,00323	133	183,8	0,00544
26	940	0,001063	80	306	0,00327	134	182,5	0,00548
27	906	0,001104	81	302	0,00331	135	181,1	0,00552
28	873	0,001145	82	298	0,00335	136	179,8	0,00556
29	843	0,001186	83	295	0,00339	137	178,5	0,00560
30	815	0,001227	84	291	0,00344	138	177,2	0,00564
31	789	0,001268	85	288	0,00348	139	175,9	0,00569
32	764	0,001309	86	284	0,00352	140	174,6	0,00573
33	741	0,001350	87	281	0,00356	141	173,4	0,00577
34	719	0,001391	88	278	0,00360	142	172,2	0,00581
35	699	0,001432	89	275	0,00364	143	171,0	0,00585
36	679	0,001472	90	272	0,00368	144	169,8	0,00589
37	661	0,001513	91	269	0,00372	145	168,6	0,00593
38	643	0,001554	92	266	0,00376	146	167,5	0,00597
39	627	0,001595	93	263	0,00380	147	166,3	0,00601
40	611	0,001636	94	260	0,00384	148	165,2	0,00605
41	596	0,001677	95	257	0,00389	149	164,1	0,00609
42	582	0,001718	96	255	0,00393	150	163,0	0,00613
43	569	0,001759	97	252	0,00397	151	161,9	0,00618
44	556	0,001800	98	249,5	0,00401	152	160,9	0,00622
45	543	0,001840	99	247,0	0,00405	153	159,8	0,00626
46	532	0,001881	100	244,5	0,00409	154	158,8	0,00630
47	520	0,001922	101	242,3	0,00413	155	157,7	0,00634
48	509	0,001963	102	239,7	0,00417	156	156,7	0,00638
49	499	0,002004	103	237,4	0,00421	157	155,7	0,00642
50	489	0,002045	104	235,1	0,00425	158	154,7	0,00646
51	479	0,002086	105	232,9	0,00429	159	153,7	0,00650
52	470	0,002127	106	230,7	0,00434	160	152,8	0,00654
53	461	0,002168	107	228,5	0,00438	161	151,9	0,00658
54	453	0,002209	108	226,4	0,00442	162	150,9	0,00663

* U. S. Bureau of Mines, Technical Paper, p. 248, 1921. См. также раздел «Таблицы в физико-химической части».

Продолжение таблицы

Мол. в.	1 мг/л = части на 1 млн.	1 часть на 1 млн. = мг/л	Мол. в.	1 мг/л = части на 1 млн.	1 часть на 1 млн. = мг/л	Мол. в.	1 мг/л = части на 1 млн.	1 часть на 1 млн. = мг/л
163	150,0	0,00667	209	117,0	0,00855	255	95,9	0,01043
164	149,1	0,00671	210	116,4	0,00859	256	95,5	0,01047
165	148,2	0,00675	211	115,9	0,00863	257	95,1	0,01051
166	147,3	0,00679	212	115,3	0,00867	258	94,8	0,01055
167	146,4	0,00683	213	114,8	0,00871	259	94,4	0,01059
168	145,5	0,00687	214	114,3	0,00875	260	94,0	0,01063
169	144,7	0,00691	215	113,7	0,00879	261	93,7	0,01067
170	143,8	0,00695	216	113,2	0,00883	262	93,3	0,01072
171	143,0	0,00699	217	112,7	0,00888	263	93,0	0,01076
172	142,2	0,00703	218	112,2	0,00892	264	92,6	0,01080
173	141,3	0,00708	219	111,6	0,00896	265	92,3	0,01084
174	140,5	0,00712	220	111,1	0,00900	266	91,9	0,01088
175	139,7	0,00716	221	110,6	0,00904	267	91,6	0,01092
176	138,9	0,00720	222	110,1	0,00908	268	91,2	0,01096
177	138,1	0,00724	223	109,6	0,00912	269	90,9	0,01100
178	137,4	0,00728	224	109,2	0,00916	270	90,6	0,01104
179	136,6	0,00732	225	108,7	0,00920	271	90,2	0,01108
180	135,8	0,00736	226	108,2	0,00924	272	89,9	0,01112
181	135,1	0,00740	227	107,7	0,00928	273	89,6	0,01117
182	134,3	0,00744	228	107,2	0,00933	274	89,2	0,01121
183	133,6	0,00748	229	106,8	0,00937	275	88,9	0,01125
184	132,9	0,00753	230	106,3	0,00941	276	88,6	0,01129
185	132,2	0,00757	231	105,8	0,00945	277	88,3	0,01133
186	131,5	0,00761	232	105,4	0,00949	278	87,9	0,01137
187	130,8	0,00765	233	104,9	0,00953	279	87,6	0,01141
188	130,1	0,00769	234	104,5	0,00957	280	87,3	0,01145
189	129,4	0,00773	235	104,0	0,00961	281	87,0	0,01149
190	128,7	0,00777	236	103,6	0,00965	282	86,7	0,01153
191	128,0	0,00781	237	103,2	0,00969	283	86,4	0,01157
192	127,3	0,00785	238	102,7	0,00973	284	86,1	0,01162
193	126,7	0,00789	239	102,3	0,00978	285	85,8	0,01166
194	126,0	0,00793	240	101,9	0,00982	286	85,5	0,01170
195	125,4	0,00798	241	101,5	0,00986	287	85,2	0,01174
196	124,7	0,00802	242	101,0	0,00990	288	84,9	0,01178
197	124,1	0,00806	243	100,6	0,00994	289	84,6	0,01182
198	123,5	0,00810	244	100,2	0,00998	290	84,3	0,01186
199	122,9	0,00814	245	99,8	0,01002	291	84,0	0,01190
200	122,3	0,00818	246	99,4	0,01006	292	83,7	0,01194
201	121,6	0,00822	247	99,0	0,01010	293	83,4	0,01198
202	121,0	0,00826	248	98,6	0,01014	294	83,2	0,01202
203	120,4	0,00830	249	98,2	0,01018	295	82,9	0,01207
204	119,9	0,00834	250	97,8	0,01022	296	82,6	0,01211
205	119,3	0,00838	251	97,4	0,01027	297	82,3	0,01215
206	118,7	0,00843	252	97,0	0,01031	298	82,0	0,01219
207	118,1	0,00847	253	96,6	0,01035	299	81,8	0,01223
208	117,5	0,00851	254	96,3	0,01039	300	81,5	0,01227

Согласно последним 1 л влажного кислорода (давление водяного пара 50 мм) будет весить при 38 и 740 мм давления

$$1,428 \cdot \frac{(740-50) \cdot 273}{760 \cdot (273+38)} = 1,138 \text{ г.}$$

Вес единицы объема необходим, когда мы желаем указать концентрацию различных газов в воздухе. Как было указано выше, это лучше и точнее всего может быть выражено в миллиграммах вещества

на литр воздуха. Такое обозначение легко перевести в проценты или части (т. е. объемы) соответствующего газа на 1 миллион объемных частей воздуха. Для этого число миллиграммов вещества в литре воздуха делят на молекулярный вес вещества и затем множат на 22,4, тогда получается число кубических сантиметров искомого газа в литре воздуха. $\frac{1}{10}$ этого числа представляет процентное содержание газа. Если умножить число кубических сантиметров в литре на 1000, то получается число объемных частей на 1 миллион.

Манометрическое и абсолютное давление

При применении манометров для измерения давления газов или паров следует во избежание ошибок точно различать абсолютное давление и давление по манометру. При работе в сжатом воздухе, например в кессонах или на водолазной работе, причиной абсорбции азота кровью является по существу именно абсолютное давление и благодаря этому в случае слишком быстрого падения давления наступает кессонная болезнь. Между тем в этих и в некоторых других случаях практики принято (и оправдывается с технической точки зрения) выражать соответствующую величину в манометрических единицах давления. Манометрическое давление представляет разность между двумя абсолютными давлениями. Это может быть доказано на обыкновенном манометре парового котла. Когда котел не подогревается и свободно соединен с наружным воздухом, манометр показывает давление 0, хотя фактически давление в котле равно 1 ат. Таково однако также и давление окружающей манометр среды. Когда котел закрыт и подвергается разогреванию, манометр начинает показывать увеличивающееся давление, например 1 ат, т. е. давление в манометре выше внешнего давления на 1 ат, между тем как абсолютное давление в котле равно 2 ат. Что манометр показывает только относительные величины, видно еще из следующего. Если предположить, что манометр повернут обратной стороной и укреплен внутри котла, так что предназначенное для пара отверстие будет находиться вне котла, то манометр показывал бы давление ниже 0, и каждая атмосфера давления пара будет представлять на манометре пониженное (вакуум) давление атмосферного воздуха. Это конечно бессмыслица, так как если в котле имеется давление пара в 7 ат, манометр покажет для наружного воздуха отрицательное давление в 7 ат, что совершенно невозможно, так как отрицательное давление в 1 ат уже представляет абсолютный вакуум.

Обыкновенно мы не думаем о том, что содержащийся в сосуде воздух оказывает какое-либо давление на внутреннюю стенку. Однако фактически это внутреннее давление (т. е. давление, направленное наружу) равно наружному давлению (т. е. давлению, направленному внутрь), которое воздух производит своим весом на наружные стенки сосуда. Но если с помощью насоса удалить воздух из сосуда и таким образом уничтожить давление наружу, то сосуд может быть раздавлен благодаря давлению, производимому окружающим воздухом по направлению внутрь.

Для определения абсолютного давления воздуха пользуются барометром. Его нулевая точка соответствует абсолютному вакууму. Для некоторых технических целей за нулевую точку принимают атмосферное давление. На уровне моря среднее давление наружного воздуха равно 760 мм Hg. Изменения метеорологических усло-

вий вызывают лишь незначительные отклонения; зато изменения высоты местности, на которой производилось измерение, оказывает громадное влияние. Нормальное абсолютное давление на пике Пайка в Колорадо (высота над уровнем моря 4700 м, т. е. приблизительно соответствующая высоте Юнгфрау в Швейцарии) равно около 450 мм Hg. Это соответствует падению ртути приблизительно на 310 мм. Начиная с уровня моря, падение для каждых 100 м равно приблизительно 10 мм, начиная с 4000 м, падение становится несколько менее резким.

Ложные взгляды на различие между манометрическим и абсолютным давлением имеются не только в области измерения давления газов. Особенно характерный пример представляет убеждение, что частые кровотечения на больших высотах объясняются падением кровяного давления. В действительности кровяное давление (манометрическое давление) на большой и на малой высоте одинаково. Из того факта, что при подъеме на высоту атмосферное давление (абсолютное давление) пало, делают ошибочное заключение, что будто бы сосуды находятся под большим давлением и поэтому кровь из них выступает наружу. Если однако сравнить абсолютные давления, то мы увидим, что абсолютное давление крови пало в полном соответствии с атмосферным давлением. Кровотечение на самом деле вызывается преимущественно тем, что слизистая оболочка носа вследствие увеличения испарения в сухом и разреженном воздухе высыхает и трескается.

Можно было бы также предположить, что играет роль давление газов в крови, например давление азота. Имеется конечно давление азота в крови, но оно быстро выравнивается по отношению к азоту вдыхаемого воздуха. Артериальная и венозная кровь удерживает одинаковое количество азота в растворе и поэтому обладает одинаковым давлением его. То обстоятельство, что артериальное кровяное давление обычно на 100 мм ртути выше венозного, не оказывает ни малейшего влияния на давление азота, да и давление кислорода и углекислоты в артериальной крови ничуть не становится из-за этого выше венозного. Давления газов крови и кровяное давление как таковое не находятся ни в каком непосредственном отношении друг к другу.

Отношение между объемом и давлением *

Так как давление газа возрастает согласно уже изложенному закону Бойля-Мариотта в том же отношении, в каком уменьшается объем, занимаемый газом, и обратно, то при сравнении объемов необходимо знать давление, при котором объемы измерялись; в противном случае сравнение может быть совершенно ошибочным.

О парциальном давлении

Давление, производимое газовой смесью в баллоне или другом каком-либо резервуаре с эластическими стенками, равно давлению, под которым она сама находится, и вместе с тем оно равно сумме давлений всех входящих в смесь газов. Каждый отдельный газ действует при этом самостоятельно. Это производимое каждым от-

* По этому вопросу, а также по поводу следующих глав ср. раздел «Важнейшие газовые законы».

дельным газом согласно упомянутому выше закону давление называют парциальным давлением. Если например предположить, что весь воздух выкачан из литровой бутылки, то давление внутри нее окажется равным нулю. Давление, производимое на наружные стенки бутылки, будет равно существующему показанию барометра — B . Теперь, предположим, в эту бутылку вводят кислород, $\frac{1}{2}$ л при существующем давлении. При измерении давление в бутылке окажется равным давлению $\frac{B}{2}$. Затем вводят таким же образом в бутылку $\frac{1}{2}$ л азота;

давление при этом повысится до B . Хотя таким образом общее давление равно существующему барометрическому давлению, производимое кислородом и азотом парциальное давление остается равным в каждом случае $\frac{B}{2}$. Следовательно производимое газом парциальное

давление представляет долю общего давления, равную объемному отношению данного газа (т. е. отношению числа грамм-молей, а не веса) к общей смеси.

Поэтому парциальное давление часто указывают в процентных количествах. Анализ воздуха показывает, что он содержит приблизительно 21% кислорода, 79% азота и незначительные количества других индифферентных газов. На уровне моря общее давление складывается из парциального давления кислорода, равного 21% от 760 мм = 160 мм, и парциального давления азота, равного 79% от 760 мм = 600 мм.

На большей высоте процентное содержание остается таким же, но уровень барометра падает и соответственно этому уменьшается парциальное давление каждого из газов. Например при уровне барометра 750 парциальное давление кислорода составляет лишь 158, азота 592.

Так как процентный состав газа не зависит от барометрических изменений, то может казаться излишним учитывать парциальное давление, изменяющееся согласно показаниям барометра. Однако в физиологической работе парциальное давление имеет решающее значение. Как видно из следующего раздела, растворимость газов в жидкостях определяется именно не процентным их содержанием в смеси, а их парциальным давлением. Постоянное снабжение организма кислородом происходит путем диффузии через влажные легочные мембраны. Эта диффузия зависит опять-таки от парциального давления кислорода; смешанный с кислородом азот, наоборот, не имеет при этом никакого значения. Отсюда становится понятным, что человек при изменении состава воздуха реагирует по-другому, чем горящая свеча. Как известно, последней пользуются в практике для определения, имеется ли в воздухе достаточно кислорода для того, чтобы человек мог дышать в определенном помещении, например шахте или силосной башне. Но человек и свеча реагируют совершенно по-разному. Горение свечи зависит от процентного состава воздуха и парциальное давление кислорода не играет при этом почти никакой роли. Свечу можно зажечь на любой высоте, и она потухает лишь в случае, когда на большой высоте пламя становится таким большим и настолько удаляется от фитиля, что получается температура ниже точки горения. Человек же начинает подвергаться опасности, когда он попадает на высоту со столь незначительным парциальным давлением, что кровь не может снабжаться в достаточном количестве кислородом. Противоположное явление наблюдается в атмосфере, бедной кислородом при нормальном давлении. Свеча гаснет, как только содержание

кислорода упадет ниже 15—16% при парциальном давлении около 114 мм. Это давление соответствует давлению кислорода на высоте 1850 м над морем, приблизительно на уровне С.-Морица в Швейцарии или Денвера в Колорадо. В этих местах люди живут в полном здравии и свечи горят нормально (поскольку процентное содержание кислорода нормально, а парциальное давление достаточно для поддержания дыхания). Человек начинает страдать лишь после 1—2-часового пребывания в атмосфере с 15%-ным содержанием кислорода на уровне моря, погибает же он лишь тогда, когда процентное содержание кислорода падает до уровня, соответствующего 76 мм Hg, т. е. приблизительно до половины давления его на уровне моря. Сравнение может быть еще продолжено. Если воздух, содержащий лишь 5% кислорода, сжать до 4 ат, то парциальное давление в нем станет почти нормальным, а именно — 152 мм. Человек мог бы переносить пребывание в такой атмосфере, поскольку дело касается кислорода, но свеча не могла бы гореть в этой атмосфере. Человек чувствует себя вполне нормально в атмосфере чистого кислорода при давлении, равном только 152 мм, между тем как свеча сгорает в такой атмосфере необыкновенно быстро.

Влияние температуры на объем

Объем газов при одном и том же давлении увеличивается с повышением температуры. При этом величина их расширения для всех газов одинакова, а именно она равна для увеличения температуры на один градус $\frac{1}{273}$ объема, занимаемого при 0°. Общая формула изменения объемов следующая:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{273 + t}{273 + t_1},$$

где V и t означают первоначальный объем и температуру, и V_1 и t_1 соответствующие величины в конце опыта. Таким образом объем газа между 20° (обычная комнатная температура) и 38° (температура легких) увеличивается в отношении

$$\frac{273 + 38}{273 + 20}$$

или в отношении 106 : 100, а при уменьшении от 38 до 20° объем падает в отношении

$$\frac{273 + 20}{273 + 38}$$

или 94 : 100.

При неизменном давлении вес объемов газов падает соответственно их расширению с повышением температуры.

Роль водяного пара

Важный фактор, который всегда следует учитывать, представляет давление паров воды в легких, тем более что процентные числа при анализе газа обычно относятся к сухому газу, хотя фактически газы полностью насыщены водяными парами. Однако при аналитическом расчете никакой поправки на водяной пар не требуется, так как измерения производятся во влажных бюретках с газами, насыщенными водяными парами. Абсорбирующий реактив (например щелочь) всегда, правда, из газовой смеси поглощает кроме газа (например угле-

кислоты) часть водяных паров; однако если перевести после этого в бюретку неабсорбированный газ, то он вновь насыщается водой. Объем воды при этом втором измерении меньше, чем при первом, и при этом в точности соответственно отношению абсорбированного газа к другим измеренным без водяных паров газам. Поэтому несмотря на содержание паров получается правильное процентное содержание абсорбированного газа в общей газовой смеси.

Зато при пересчете процентного содержания абсорбированного газа в миллиметры парциального давления необходимо принять в расчет первоначальное содержание водяного пара в (анализируемой) газовой смеси. Этот водяной пар оказывает парциальное давление. Так как лишь общая сумма всех парциальных давлений газов плюс общее давление паров воды равны барометрическому давлению, то, понятно, что давление паров воды уменьшает парциальное давление отдельных составных частей. Если например такая газовая смесь, как например воздух в легких при температуре тела, насыщена при определенной температуре водяными парами, то поправка на давление паров представляет исключительно функцию температуры и не зависит от показания барометра. Необходимо лишь вычесть давление водяного пара из имеющегося в данный момент барометрического давления и тогда можно полученную величину считать величиной общего давления сухого газа. Парциальное давление водяного пара при 20° равно 17,4 мм. Таким образом влажный воздух при 760 мм и 20° обладает следующим парциальным давлением кислорода:

$$0,21 \cdot (760 - 17,4) = 155,9 \text{ мм кислорода.}$$

Тот же воздух в сухом состоянии содержит:

$$0,21 \cdot 760 = 159,6 \text{ мм кислорода.}$$

В физиологических работах редко приходится учитывать неполное насыщение водяными парами, так как вдыхаемые газы при температуре тела полностью насыщаются парами; достаточно лишь соответствующей поправки. Зато, на большой высоте водяные пары в легких приобретают особое значение, а именно: так как они сохраняют постоянное парциальное давление в 50 мм, их процентное значение во всем содержании газов в легких становится все больше.

При подъеме на все более значительные высоты остающееся постоянным давление водяных паров в легких понижает давление кислорода в них быстрее, чем давление кислорода понижается в наружном воздухе. При недостижимой, правда, высоте, соответствующей давлению (по барометру) в 50 мм, в легких не содержалось бы никакого воздуха, а лишь одни водяные пары.

О растворах газов в жидкостях

Исчерпывающее изложение свойства растворимости газов в жидкостях завело бы нас слишком далеко. Мы ограничимся рассмотрением закономерностей, относящихся к равновесным состояниям. В действительности равновесие устанавливается лишь очень медленно, и экспериментально получить его трудно. Приближенное состояние равновесия может быть достигнуто путем встряхивания газа с жидкостью, при котором большие поверхности входят в соприкосновение с маленькими массами в форме пузырьков, капель или пены или путем катания сосуда, при котором все новые тонкие слои жидкости подвергаются действию газа. В легких протекающая кровь распреде-

ляется в крайне разветвленных бесчисленных капиллярах с их громадной поверхностью. Несмотря на значительную массу протекающей крови быстрота течения ее все же сравнительно незначительна. Благодаря этому получается почти немедленно приблизительно полное равновесие давления газа в альвеолярном воздухе и артериальной крови; это быстрое и полное наступление состояния равновесия газов используется практически для определения концентрации инородных летучих веществ в крови. При четырех- или пятикратном вдыхании и выдыхании некоторого количества воздуха в резиновый баллон или спирометр наступает (в известных пределах) состояние равновесия между этим (собранным) воздухом и давлением газа в венозной крови. Полученные при таком определении давления инородного газа числа умножаются на коэффициент растворимости или, еще проще, на коэффициент распределения соответствующего газа. Таким образом получают концентрацию соответствующего вещества в крови. Умножением на вес тела мы затем получаем общее количество находящейся в организме массы вещества.

Закон Генри-Дальтона определяет влияние давления на растворимость газов в жидкостях в состоянии равновесия.

С помощью этого закона удастся например разрешить поставленный в следующем разделе вопрос, сколько углекислоты растворится в воде при температуре 60° , когда общее давление углекислоты равно 611 мм. Закон гласит, что вода поглощает $611/760$ того количества, которое определяется коэффициентом растворимости. Последнее равно 359 см^3 на 1 л воды при условии, что чистый сухой газ охлажден до 0° и измеряется при давлении 760 мм.

Обратно, можно вычислить парциальное давление, если дано, что вода при температуре в 60° содержит 100 см^3 углекислоты в литре. Вода содержит $100/359$ ч. того количества углекислоты, которое она могла бы растворить при этой температуре и 760 мм парциального давления; по закону Генри таким образом получается $100/359 \cdot 760 = 212 \text{ мм}$. При этом совершенно безразлично, имеются ли еще в жидкости другие газы и какова их температура или давление. Также мало влияет на парциальное давление растворенного газа гидростатическое давление жидкости.

Растворимость газов может быть выражена тремя способами: 1) коэффициентом растворимости; 2) весом растворенной массы газов; 3) коэффициентом распределения.

Коэффициент растворимости

Соприкасающийся с жидкостью газ растворяется в ней до тех пор, пока парциальное давление растворившегося газа не станет равным давлению нерастворившейся части его. Количество газа, которое необходимо растворить в какой-либо жидкости, чтобы привести ее в равновесие с данным парциальным давлением газа, зависит от рода жидкости и температуры. Существует общий закон, согласно которому для сохранения данного давления при повышении температуры необходимо растворить соответственно меньшее количество газа. Все же влияние температуры на количество растворенного газа подчиняется не просто одному определенному закону; последний специфичен для каждого газа и каждой жидкости. Поэтому растворимость отдельных газов в различных жидкостях при разных температурах должна быть определена экспериментально. Эта величина называется коэффициентом растворимости при соответствующих условиях.

Коэффициентом растворимости при данной температуре обычно называют то количество растворенного газа на единицу массы жидкости, которое при парциальном давлении в 760 мм и данной температуре находится в полном равновесии с газом. При указании этого количества газа, находящегося в растворе, берется не объем, который занял бы свободный газ при данной температуре, но объем при 0° и 760 мм. Таким образом если указано, что коэффициент растворимости определенного газа в воде при 38° равен 0,05, то это значит, что вода при этой температуре растворяет 5 объемных процентов газа. Если бы мы выкачали весь газ из 100 см³ воды, высушили, охладили до 0° и измерили при 760 мм, то количество его должно было бы равняться 5 см³. Однако следует учитывать не только общее давление, производимое на жидкость при 760 мм, но кроме того и давление паров самой жидкости. Пропуская какой-либо газ через сосуд с водой до насыщения, мы этим еще не определяем растворимость газа при давлении, под которым он поступает в нее. Приведем пример. Коэффициент растворимости углекислоты в воде при 60° равен 0,359. Это не значит, что в 1 л воды растворяется 359 см³, когда общее давление газа и паров на воду равно 760 мм. Парциальное давление, оказываемое углекислотой при данных условиях на воду, равно в действительности не 760 мм, а 760 мм минус давление водяного пара при 60°, т. е. 149 мм. Таким образом парциальное давление углекислоты равно лишь 611 мм. Если мы желаем получить давление углекислоты в 760 мм на воду температуры 60°, то необходимо пропускать в бутылку углекислоту при давлении 760 + 149 мм, т. е. при абсолютном давлении 809 мм, или при 149 мм манометрического давления.

Растворимость по весу

Иногда растворимость газов в жидкостях выражают также в весовых частях газа в единице объема растворителя при данной температуре и нормальном атмосферном давлении. Обычно при этом указывают вес газа в единице объема жидкости при 760 мм общего давления, т. е. при 760 мм давления газа и водяных паров, а не при 760 мм парциального давления одного лишь газа, как у коэффициента растворимости. Такое изменение основных условий может привести к ошибкам, но внести при определении поправку легко. Таблицы в справочниках дают для углекислоты при 60° объемный коэффициент растворимости 0,359, или 359 см³ в литре; в то же время указано количество находящегося в растворе при той же температуре по весу газа 0,0577 г на 100 см³ воды, т. е. 0,577 г на литр. Эти оба числа не совпадают, так как 1 см³ углекислоты весит 0,002 г, и 0,577 г углекислоты соответствуют 288 см³ газа. Однако последнее число соответствует парциальному давлению 611 мм, а это давление, как было показано выше, соответствует давлению 760 мм минус давление водяного пара при 60°.

Коэффициент распределения

Имеется еще третий более целесообразный способ выражения растворимости газов в жидкостях, а именно коэффициент распределения. Последний показывает, в каких весовых отношениях отдельные находящиеся в смеси газы распределяются между газовой смесью и жидкостью. Для выражения коэффициента распределения обычно принимают концентрацию в газовой фазе равной единице. Так, если

в какой-либо системе в литре воздуха содержится 3 мг вещества, а находящаяся с ней в равновесии жидкость содержит 12 мг его на литр, то отношение равно 3:12, и коэффициент распределения составляет, значит, 1:4, или проще 4.

Применение коэффициента распределения оказывается особенно удобным в исследованиях поглощения газов из легких кровью. В данном случае выражение «коэффициент распределения» очень напоминает «константу пропорциональности» K , применяемую в законе Генри в термодинамике. Согласно этому закону парциальное давление p летучего вещества, имеющегося в незначительных количествах в растворе, пропорционально его молярной концентрации C :

$$p = KC, \text{ или } \frac{C}{p} = K.$$

Величина K зависит от вида растворенного вещества, от растворителя и температуры. Различие между константой пропорциональности и коэффициентом распределения D состоит в том, что последний показывает одновременно молярную концентрацию раствора и пара, т. е.

$$\frac{C}{C_1} = D.$$

Здесь C представляет концентрацию газа в жидкости, а C_1 — концентрацию в парообразной фазе, причем обе выражены либо в молях, либо в граммах на литр

Свойства паров *

Следует различать газы и пары, так как эти оба вида вещества реагируют различно при изменениях температуры и давления. Пар, смешанный с воздухом, приблизительно точно подчиняется законам газов, и мы можем с ним обращаться, как с газом, и считать его таковым, пока какая-нибудь часть его не перешла в жидкую форму. Чем больше разведена смесь пара и воздуха, тем лучше она подчиняется законам газов. Однако каждое изменение парообразной фазы требует особого внимания.

Всякое летучее вещество частично испаряется на воздухе. Эта часть смешивается с воздухом и представляет в нем газо- или парообразную фазу вещества. Если воздух и жидкость находятся в замкнутом сосуде, то в конце концов наступает состояние равновесия между жидкостью и паром, и дальнейшее испарение прекращается. Соединенный с сосудом манометр покажет увеличение давления вследствие добавления пара к воздуху. Это увеличение давления представляет давление пара. Если давление пара какой-либо жидкости находится в равновесии с исходным веществом, то с повышением температуры оно возрастает гораздо быстрее, чем давление истинного газа. Однако если его изолировать от жидкости, то он подчиняется закону Шарля. Различные жидкости при одной и той же температуре обладают различным давлением пара, однако давление пара кипящей жидкости всегда равно барометрическому давлению, под которым жидкость находится. Поэтому чем ниже барометрическое давление, тем ниже также точка кипения. Вода при 40° имеет давление пара, равное 55 мм, поэтому она закипает, лишь только атмосферное давление падает до такого уровня.

* Ср. раздел «Важнейшие газовые законы».

Таким образом пределы подчинения паров законам газов определяются давлением пара. Проще выражаясь, это значит: когда вес объема пара или его парциальное давление при соответствующей температуре и соответствующем давлении достигнет максимальных величин испарения в закрытом сосуде, то этот пар перестает обладать свойствами газа и стремится перейти в жидкость. Предположим например, что 1 л воздуха содержал при 760 мм и 30° 2 г паров эфира. В этой смеси эфир обнаруживает полностью свойства истинного газа, если вследствие расширения в пространстве давление падает или температура повышается. Однако если объем уменьшится и одновременно температура падет до 20° при сохранении давления на уровне 760 мм, то воздух при этой температуре будет содержать 2,08 г эфира в литре. В этих условиях должна наступить конденсация, так как при 20° давление пара или наивысшее возможное парциальное давление эфира равно 442 мм, что соответствует 1,9 г в литре. Поэтому 0,18 г конденсируются и превращаются в жидкое состояние. С другой стороны, если образовать такую же смесь воздуха и паров эфира и сохранять ее при той же температуре (30°), но при этом сжать ее до половины ее объема (1520 мм Hg), то парциальное давление эфира удвоится, так что в литре будет заключаться 4 г эфира. Это однако также невозможно, так как наивысшее парциальное давление эфира при 30° составляет 648 мм, соответствующее 2,58 г в литре. Согласно этому расчету 1,42 г сконденсируются в жидкий эфир. При учете этих оговорок можно однако вычислить вес литра пара по тому же способу, что и для газа.

Растворимость паров

Здесь дело идет о растворимости паров в крови при температуре тела, иными словами о коэффициенте распределения при существующих в легких условиях, определяющих абсорбцию вдыхаемого пара. Растворимость в крови определена прямо лишь для очень немногих веществ*. В общем она несколько меньше (приблизительно на 10%), чем в воде; она уменьшается приблизительно в таком же отношении, в каком вода содержит растворенные в крови вещества**. Это определение растворимости эфирных веществ в крови основано на опытах Гендерсона и Хаггарда; оно противоречит господствующему среди физиологов и биохимиков взгляду, согласно которому липоиды в крови сильно повышают ее способность к растворению летучих веществ. Здесь следует выяснить, насколько данные о растворимости летучих веществ в воде могут быть приблизительно перенесены на растворимость их в крови. Если эти вещества реагируют с гемоглобином или другими составными частями крови, то необходимо учесть новые условия.

Вещества, могущие при обычной температуре существовать и в жидкой и в парообразной форме, обладают в водном растворе в большей или меньшей степени пониженным давлением пара по срав-

* Крайне необходимо определить растворимость в крови наиболее употребительных летучих веществ при температуре тела и заодно также, образуют ли эти вещества какие-либо соединения с гемоглобином (а если да, то какие именно). Вопрос о выработке сводки этих данных поднят Гендерсоном и Хаггардом перед Бюро стандартов США (U. S. Bureau of Standards).

** Экспериментальные работы Nicloux и вычисления Лазарева показывают, что для ряда веществ (хлороформ, хлористый этил и др.) это указание не применимо. Ред.

нению с чистым состоянием. В этом отношении вещества, смешивающиеся с водой в любой пропорции, обладают совершенно иными свойствами, чем такие, которые в ней растворяются лишь в незначительной степени. Между этими двумя крайностями имеются всевозможные переходы. Одной общеприменимой простой формулы здесь не существует. Практическое и последовательное применение закона Рауля требует не только подробного разъяснения, но и известных ограничений. Здесь необходимы справки по физико-химическим руководствам. Но как раз в отношении веществ, к которым мог бы быть применен закон Рауля, отсутствуют точные данные. Даже растворимость летучих веществ в воде во многих случаях неизвестна. Большей частью мы находим для таких необходимых данных лишь приблизительные величины. Растворимость в воде определена прямо лишь для очень немногих паров.

Растворимость паров в воде определенной температуры может, как правило, быть определена по справочникам путем комбинации двух таблиц: одна таблица дает давление паров чистой жидкости, другая — ее растворимость в воде. Для водных растворов веществ, не растворяющих больших количеств воды, можно получить весьма приблизительный коэффициент распределения между парообразной и растворенной фазой, если предположить, что количество вещества, растворившегося при давлении паров, равно давлению паров чистой жидкости, равно количеству жидкости, растворяющейся в большом количестве воды при встряхивании смеси жидких фаз. Ниже этого давления концентрация и давление пропорциональны согласно закону Генри.

При применении общего принципа, выраженного в законе Рауля, получается, что давление пара летучего вещества в растворе так же велико, как и давление пара этого вещества в жидком виде, если последнее содержит известное количество воды, вследствие чего обладает меньшей молярной концентрацией. С уменьшением молярной концентрации соответственно падает давление пара. Разъясним это примером: вводят 2 чашки, из которых одна А содержит воду и другая В — чистое жидкое вещество, под стеклянный колокол и оставляют их там до тех пор, пока не наступит равновесие между содержанием обеих чашек благодаря обмену водяного пара и пара жидкого вещества. Концентрация жидкого вещества в водном растворе в А будет находиться в равновесии с более низким давлением пара жидкости В по сравнению с первоначальным давлением пара чистой жидкости, и при этом это давление пара тем ниже, чем сильнее чистая жидкость в В разведена водой.

В следующей главе будет показано большое и важное значение растворимости при абсорбции, распределении и выделении жидких веществ в легких и организме.

Литература о газовых законах *

- Родебуш В. и Родебуш Э., Введение в физическую химию, ОНТИ (1935).
 Герц, Краткое руководство по физической химии, ОНТИ (1936).
 Литература о константах, растворимости, давлении паров см. Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen.
 International Critical Tables, published for National Research Council, New York 1926
 (рус. пер., «Справочник физических, химических и технологических величин», т. 5, М., 1930).

* Ср. также раздел «Важнейшие газовые законы».

Основные принципы абсорбции, распределения и выделения летучих веществ

Ядовитые в более узком смысле, т. е. резорбтивно действующие, газы и пары начинают проявлять свое действие в противоположность раздражающим газам и так называемым удушающим газам лишь после того, как они проникли в кровь. Сила их действия, а в отдельных случаях даже характер действия зависят не только от специфической токсичности вещества, но и от концентрации их в крови и продолжительности пребывания в ней. Таким образом действие на организм является производным трех факторов: концентрации, времени действия и токсичности. Поэтому при оценке физического действия летучих веществ столь же важное значение, как специфическая токсичность, имеют явления, вызванные абсорбцией, распределением, выделением и разрушением их в организме. Этиловый спирт например сам по себе токсичнее равного количества метилового спирта; однако имеются различия в отношении падения их концентрации в крови; это является причиной того, что метиловый спирт представляет гораздо более опасный яд, чем этиловый спирт*.

Реагирующие и нереагирующие газы

Резорбтивно действующие газы и пары делят на два класса: на реагирующие и нереагирующие вещества.

Реагирующие вещества в большей или меньшей степени изменяются в организме и в значительной части выделяются в другом виде. Токсическое действие могут оказать как само вещество в его первоначальной форме, так и его продукты реакции.

Например пары этилового спирта оказывают действие в неразложившемся еще виде. Пары анилина действуют благодаря продуктам его разложения в организме.

Нереагирующие вещества не претерпевают заметного разложения в организме; они покидают организм в том же виде, что и при введении. В качестве таких нереагирующих газов и паров назовем алифатические углеводороды.

Основные принципы абсорбции нереагирующих газов

Абсорбция, распределение и выделение нереагирующих газов и паров определяется известными, практически очень важными законами.

Количество газа или пара, абсорбированного организмом или удержанного им, весьма различно в зависимости от растворимости их. В общем растворимость вещества в крови лишь немногим меньше, чем в воде**. Способность различных тканей растворять газы колеблется; у костей она незначительна, у жиров часто весьма большая. У большинства газов однако средняя растворимость во всем организме вероятно почти такая же, как и в крови. Это по крайней мере верно в отношении исследованных в этом направлении газов и паров, например этилового эфира, водорода, азота. Количество абсорбируемого организмом нереагирующего газа или пара зависит от растворимости и концентрации во вдыхаемом воздухе.

* При этом играют еще роль и другие условия, как например образование ядовитых продуктов окисления.

** См. примечание ред. на стр. 79. Ред.

Степень абсорбции прямо пропорциональна концентрации газа или пара во вдыхаемом воздухе. При расчете ее концентрация лучше всего выражается в миллиграммах летучего вещества в литре. Однако истинная концентрация не вполне соответствует концентрации, содержащейся в данном объеме, — она должна быть приведена к температуре тела и к воздуху, насыщенному влагой, ибо таковы условия, имеющие место в легких. В них таким образом несколько уменьшается соответствующая внешней атмосфере концентрация вдыхаемого вещества и в таком состоянии вещество диффундирует в кровь. При полном насыщении общее количество газа в крови прямо пропорционально концентрации его во внешнем воздухе, с которым кровь и весь организм находятся в равновесии. При удвоении концентрации организм абсорбирует двойное количество газа и пара.

Третьим фактором, влияющим на количество абсорбируемого газа, является вентиляция легких. Степень абсорбции зависит от объема вдыхаемого воздуха и действительно вступающего в соприкосновение с кровью количества газа, но не от количества газа, находящегося в мертвом пространстве. Таким образом дыхание имеет большое значение, особенно потому, что оно определяет величину абсорбции и, по крайней мере у вполне растворимых газов и паров, также и выделение. Наоборот, влияние его в случае сравнительно мало растворимых газов гораздо меньше.

Наконец четвертым фактором считается кровообращение. Оно оказывает широкое влияние на величину абсорбции и выделения сравнительно мало растворимых газов, так как в отношении этих газов роль дыхания сравнительно незначительна. Даже удвоение дыхания в минуту окажет лишь небольшое влияние на введение и выделение такого газа до тех пор, пока не изменится кровообращение. Если однако величина кровообращения удвоится, так что в каждую минуту через легкие протечет вдвое большее количество крови, то при неизменном дыхании уровень абсорбции и выделения газа также почти удвоится.

Общие данные об явлениях абсорбции

Рис. 10 изображает в виде схемы взаимоотношения между кровообращением, дыханием и тканями организма. Совокупность этих трех факторов создает в результате механизм абсорбции газов. На рисунке верхняя камера представляет легкое. Ради упрощения вентиляция представлена в виде постоянного потока воздуха; вдыхаемый воздух поступает справа, а выдыхаемый вытекает слева. Посредством разделяющей линии поток воздуха разбит таким образом, что одна часть его не входит в соприкосновение с кровью. Поверхность выше этой линии представляет мертвое пространство; через него проходит при вдохе и выдохе воздух, не отдавая путем диффузии хоть сколько-нибудь заметных количеств содержащихся в нем газов в кровь. Прочий действительно участвующий в вентиляции легких воздух вступает в процесс свободной диффузии с легочной кровью. Теоретически полное равновесие между всеми газами воздуха и легочной крови устанавливается почти моментально; это равновесие сохраняется в точности все время.

В начале дыхания всякий поглощенный путем простого растворения газ проникает через артерии в капилляры и оттуда в ткани. Благодаря хорошему кровоснабжению тканей состояние равновесия между кровью и тканями устанавливается почти моментально. Поэтому венозная кровь покидает ткани с концентрацией газов и паров,

практически тождественной с той, которая господствует в омываемых ею тканях с тем, чтобы вновь нагрузиться в легких. Если этот процесс продолжается, то все время повышается также количество газа или пара в тканях, и тем самым также напряжение, т. е. парциальное давление газов. Соответственно этому повышается также количество газов в венозной крови и постепенно приближается к содержанию их в артериальной. Таким образом все большее количество газа или пара возвращается с венозной кровью в легкие, и в соответствии с этим все меньше его поглощается из легочного воздуха кровью и далее тканями из крови. Это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто состояние насыщения, при котором содержание газа или

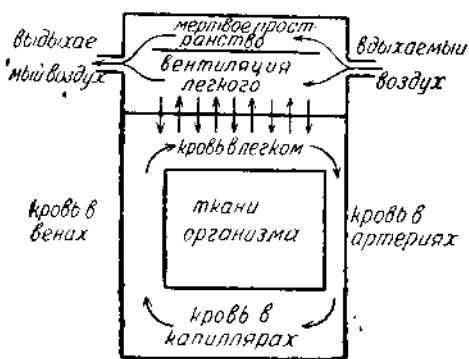


Рис. 10. Схема дыхательных путей, дающая наглядное представление отношений между мертвым пространством, вентиляцией легких, кровообращением и тканями организма.

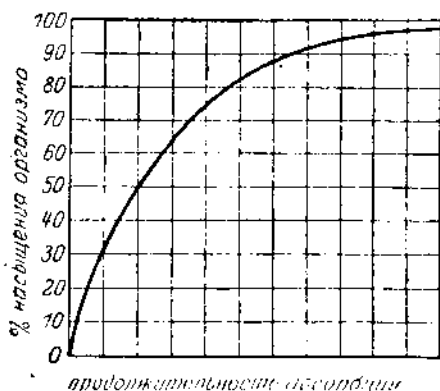


Рис. 11. Кривая абсорбции не реагирующего газа. Величина 100%-ного насыщения соответствует полному равновесию между организмом и наружным воздухом.

пара в организме соответствует произведению трех факторов, а именно веса тела, умноженного на концентрацию газа или пара в легочном воздухе и на коэффициент растворимости его при температуре тела *.

Ордината кривой на рис. 11 показывает процент насыщения организма газом или паром, абсцисса — время, различное для разных газов. Величины этого ряда при неизменных физиологических условиях, как то: дыхании, кровообращении, весе тела, зависят от коэффициента растворимости газа. Иными словами абсорбция всех не реагирующих газов происходит согласно этой кривой. При этом ординатой всегда является имеющееся насыщение, выраженное в процентах к полному для тела соответствующего веса насыщению, и притом насыщению газом, обладающим определенной растворимостью и содержащимся в определенной концентрации в воздухе. В случае удвоения концентрации ордината также показывает удвоенную величину, если она выражена в миллиграммах на литр или килограмм. Если же она выражена в процентах насыщения, то величина ее при всех концентрациях остается неизменной. Абсцисса показывает время. Чем больше растворимость соответствующего газа и чем активнее дыхание и кровообращение, тем короче промежутки времени на абсциссе, соответствующим 15 мин. Если у подопытного животного насыщение определенным газом в течение 10 мин. достигает 23%, то в 20 мин. насыщение будет равняться 36%, через час 75%. Если растворимость газа,

т. е. поглотительная способность организма больше, то вышеупомянутые процентные отношения могут быть достигнуты через 20, 40 и 120 мин., если она меньше, то уже через 5, 10 и 30 мин. ★.

Выделение нереагирующих газов

Нереагирующие газы и пары в значительных количествах выделяются легкими. Мочой и прочими экскретами удаляются лишь незначительные количества. Растворимость газа в моче соответствует растворимости его в крови, протекающей в момент выделения мочи через почки. Выделение через легкие подчиняется определенным законам, аналогичным законам абсорбции.

По окончании абсорбции организм содержит газ в количестве, соответствующем состоянию полного равновесия с его давлением, хотя бы последнее было гораздо ниже, чем вдыхаемая концентрация, при которой организм частично насыщался. Если газ совершенно не выделяется, то организм можно рассматривать как замкнутую статическую систему, в которой газ распределен в различных тканях и легочном воздухе в зависимости от его растворимости в них. Концентрация его в артериальной и венозной крови в этих условиях одинакова. Когда однако начинается выделение и часть легочного воздуха замещается свежим, то и часть газа удаляется с дыханием, и концентрация газа в покидающей легкие артериальной крови падает ниже той, которая имеется в притекающей в легкие венозной крови ★.

Степень насыщения отдельных тканей или органов

Изложенные сейчас законы абсорбции летучих веществ применимы к организму как целому, но не имеют безусловного значения для каждой отдельной ткани или органа самих по себе. Некоторые газы и пары, особенно наркотических углеводородов, обладают специфическим действием на определенные ткани, относясь в то же время к другим весьма индифферентно. Это можно объяснить вероятно различной растворимостью их в соответствующих тканях, но возможно это вызывается и другими причинами. Ввиду этого имеет значение разбор факторов, определяющих абсорбцию в тканях и органах.

Наибольшее количество, которое тот или иной орган или ткань при данном давлении может абсорбировать из вдыхаемого газа, определяется растворимостью газа в ткани. Сколько в ткани накопится газа, зависит от растворимости этого газа в ткани и далее от количества газа, притекающего в минуту. Последний фактор определяется относительным кровоснабжением массы ткани. Поэтому ткань со сравнительно незначительной растворяющей способностью для газа, но сильным кровоснабжением, насыщается быстро; у ткани же, обладающей большой растворяющей способностью, но слабым кровоснабжением, насыщение наступает гораздо медленнее.

Можно предполагать, что в организме в состоянии покоя 80% общего количества крови протекает через 20% тканей, прочие 80% тканей получают лишь 20% всей крови. Составляющие главную массу тела мышцы, кости и жир снабжаются кровью сравнительно слабо. Обильно зато снабжаются кровью мозг, внутренности и железы. В этой последней группе органов насыщение наступает поэтому гораздо быстрее, чем в мышцах, костях и жире. То же относится и к выделению.

Степень насыщения тканей, обильно снабжаемых кровью, соответствует приблизительно концентрации газа или пара в артериальной

крови. Поэтому первоначально в этих тканях концентрация повышается гораздо быстрее, чем в тканях, слабее снабжаемых кровью; однако последние действуют в качестве буфера против слишком быстрого и полного наступления состояния равновесия. Это бывает как при абсорбции, так и при выделении газа. Во время абсорбции давление в тканях не может быть выше, чем в артериальной крови, и при выделении оно не может падать ниже этого предела. Ткани со слабым кровоснабжением, задержкой насыщения и замедленным выделением влияют на концентрацию в венозной крови и в связи с этим также на концентрацию в легких и артериальной крови.

До наступления состояния насыщения, особенно в начале вдыхания, концентрация газа в артериальной крови может благодаря изменениям в кровообращении и дыхании сильно колебаться. Если действие газа, как например в случае наркотических углеводородов, направлено на очень обильно снабжаемый кровью мозг, то физиологический эффект совершенно точно соответствует концентрации в артериальной крови; чему равна при этом содержащаяся во всем организме общая масса газа, совершенно безразлично. У таких веществ фармакологическое действие соответствует скорее концентрации их в легочном воздухе. При этом однако концентрация в смешанной (всей) венозной крови может быть совершенно незначительной, так как она зависит от среднего насыщения во всем организме. Концентрация в периферической венозной крови показывает лишь степень насыщения определенного органа, из которого кровь притекает.

Введение летучих веществ иными, кроме дыхательных органов, путями

Летучие вещества помимо дыхательных путей могут вводиться еще и иными путями. Примером этого являются потребление алкоголя, введение эфира через кишечник, а также поглощение анилина кожей. В этих случаях летучие вещества поступают первоначально в венозную кровь вместо артериальной; это — основное различие по сравнению с введением через дыхательные пути. Венозная кровь направляет растворенный газ или растворенный пар из места поступления в правое сердце. Там он подвергается разведению в общем потоке крови и протекает через легкие. В дальнейшем объем дыхания и скорость кровообращения определяют распределение вещества между выдыхаемым воздухом и артериальной кровью, которой затем предстоит протекать через различные ткани организма. Процесс здесь таким образом совершенно иной, чем при абсорбции через легкие, но сходен с вышеописанным процессом выделения, исключая следующий пункт: концентрация газа или пара в смешанной венозной крови не отражает средней концентрации во всех тканях организма. Концентрация в тканях скорее возрастает, вместо того чтобы падать, хотя вещество в известной мере находится в состоянии выделения, так как в этих условиях введение носит характер повторного распределения. С этими оговорками приведенные при изложении абсорбции и выделения закономерности могут быть применены к введению через иные пути, помимо органов дыхания. Факторы здесь те же, а именно: кровообращение, дыхание и коэффициент распределения между кровью и легочным воздухом, но они в данном случае сплетаются иначе.

Абсорбция и выделение реагирующих газов

При абсорбции реагирующих газов процессы в общем протекают так же, как и у нереагирующих газов. Здесь имеется лишь одно раз-

личие: наступающее вследствие реакции разрушение газа не допускает образования равновесия его. Венозная кровь, возвращаясь в легкие, не приносит в них такого количества газа, как можно было бы полагать на основании ранее сказанного. Течение абсорбции зависит от того, до какой степени газ или пар изменяются в организме; это однако исследовано пока у немногих веществ, а именно: у этилового спирта и иодэтила, но и здесь лишь приблизительно. Ни в одном из этих случаев приблизительное определение (в одном случае имеется окисление, в другом вероятно гидролиз) недостаточно точно для математической формулировки; кроме того полученные при этом величины не могут быть применены к другим веществам.

Таким же образом испытываемые реагирующими газами химические изменения, которым они подвергаются в организме, также оказывают влияние на их выделение. Вещества выделяется меньше, чем его введено. Сказанное в предшествующем разделе о выделении может лишь условно быть применено к реагирующим веществам; выдыхание через легкие касается в данном случае лишь определенной части принесенного венозной кровью газа, а не всего находящегося в организме количества. Таким образом кривые абсорбции и выделения реагирующих веществ не соответствуют изображенной на рис. 11.

Литература

- Boycott, Damant, Haldane, The Prevention of Compressed-Air Illness. J. Hyg. 8, 342, June 1908.
 Cushny A. R., On the Exhalation of Drugs by the Lungs. J. Physiol. 40, 17, April 1910.
 Haggard H. W., The Absorption, Distribution and Elimination of Ethyl Ether. J. Biol. Chem. 59, 737, 795, April 1924.
 Henderson, Yandell, The Absorption and Elimination of Volatile Substances through the Lungs. Brit. Med. J. 1926, 9, January.
 Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 2. Atmung, Berlin 1925.
 Heffter-Heubner, Handbuch der gesamten experimentellen Pharmakologie, Bd. 1, Berlin 1923.

В. ЧИСЛОВЫЕ ДАННЫЕ К ФИЗИОЛОГИИ ДЫХАНИЯ *

а) Состав атмосферного воздуха

		Парциальное давление
Кислород	20,96	объемных процентов
Азот (включая благородные газы)**	79,01	152,0 мм Hg
Углекислота	0,03	608,0 " Hg
		0,3 " Hg

Влажность

В тропиках средняя годовая	около 20 мм
Средняя Европа	около 6-8 мм (соответственно 0,75—1% паров воды)

* По Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 2. Atmung, Berlin 1925. Junk, Tabulae biologicae, Berlin 1926. Частью по собственным опытам.

** Из них аргона 0,94%.

b) Состав выдыхаемого воздуха

	CO ₂ %	Дефицит O ₂ %	CO ₂ :O ₂	Кислород %
В шорме (покой)	3,4—4,38 *	4,5—4,9	0,77—0,88	16—17,5
Усиленное дыхание	3,17—4,6	2,66—5,75	—	—
Физический труд	4,7	6,13	0,767	—
(Лильебранд)				

Содержание воды в легочном воздухе

0,0342 г в 1 л (насыщение до 90—92%) (Галеоти)

0,0370 г в 1 л (насыщение до 100,0%) (Осборн)

Давление водяных паров при 37°: 47 мм

Состав альвеолярного воздуха

Содержание азота	около 80%	Hg	
Артериальное давление CO ₂	32— 42	мм	Hg
	35— 40	"	Hg
" " среднее	40	"	Hg
" " O ₂ в покое	101—109	"	Hg
" " O ₂ в походе	100—108	"	Hg
" " O ₂ в покое	57— 69	"	Hg
" " O ₂ в походе	64— 71	"	Hg
			при 758—732 мм
			при 534 мм
			(низкое стояние барометра)
" " O ₂ в среднем при покое	100	"	Hg

Газообмен человека на 1 кг в час

Кислород	0,322—0,420 л	} (Оппенгеймер-Вейс)
Углекислота	0,271—0,364 "	
Образование углекислоты в легких в минуту на 1 кг	0,1 см ³	(Эванс и Старлинг)

Давление газов в воздухе, крови и тканях

	Кислород	Углекислота
Воздух	152 мм Hg	0,3 мм Hg
Венозная кровь	22 " Hg	41,0 " Hg
Артериальная кровь	120 " Hg	20,0 " Hg
Ткани	0 " Hg	60,0 " Hg
(Оппенгеймер-Вейс)		

Коэффициенты абсорбции кровяной плазмы при 37°

Кислород	0,022
Углекислота	0,510

c) Прочие числовые данные для дыхания (объем, скорость, частота, температура)

Объемы воздуха в верхних дыхательных путях и в легких человека

Вредное пространство (объем воздуха в верхних дыхательных путях и бронхах)

	см ³	в % к объему дыхания
В покое в зависимости от роста	120—150	—
В среднем	140	33,3
При глубине дыхания 290 см ³	129	44,3
При глубине дыхания 1030 см ³	222	21,6
При глубине дыхания 2029 см ³	368	18,1

* После длительной задержки дыхания 7,5—8% CO₂ (Фирордт).

Объем воздуха в легких

Емкость легких = содержание воздуха в дыхательных органах при сильнейшем вдохе (полная емкость, максимальная емкость) . . .	3,08—7,82 л
Остаточный воздух = содержание воздуха в дыхательных органах при максимальном выдохе	0,88—1,97 л
В среднем	1—1,5 л
Дополнительный воздух = разница между обыкновенным и максимальным вдохом (вспомогательный воздух, добавочный воздух) *	
В среднем	1,5 л
Резервный воздух = разница между обыкновенным и максимальным выдохом (добавочный воздух, вспомогательный воздух, запасный воздух) *	
В среднем	1,5 л
Дыхательный воздух = разница объема между выдохом и вдохом, т. е. количество воздуха, вдыхаемое или выдыхаемое одним дыхательным движением	450—500 см ³
[У лошади]	4—5 л (Рихтерс)]
Нормальная емкость = содержание воздуха в дыхательных органах при статическом нормальном положении (обыкновенный выдох)	
В среднем при стоянии	2,8 л
В среднем при лежании	2,2 л
Жизненная емкость (полная мощность) = объем движения дыхательных органов = разница между максимальным вдохом и максимальным выдохом:	
в среднем	3,7 л
у мужчины	3 и 4 л
у женщины	2 и 3 л
максимальный объем	6 л
Жизненная емкость легких у здоровых взрослых при стоянии различна в зависимости от роста (154—184 см):	
2 700—4 350 см ³	
3 200—5 850 см ³	

Жизненная емкость у детей:

(Лундсгаард, Ширбек)

6 лет	825 см ³
10 "	1 500 "
14 "	2 210 "

(Бине)

Жизненная емкость зависит от положения тела, величины тела, объема груди, спортивной тренировки.

При стоянии > чем при сидении > чем при лежании.

Наибольшая разница 400—600 см³.

Взаимные соотношения объемов

Величина вентиляции легких = отношение жизненной емкости к остаточному воздуху.

Максимальная (общая) емкость = жизненная емкость + остаточный воздух.

Нормальная емкость = остаточный воздух + резервный воздух.

Жизненная емкость = дыхательный воздух + резервный воздух + дополнительный воздух (дыхательный воздух + вспомогательный воздух + добавочный воздух)

Числовые соотношения

Общая емкость	100,0	Жизненная емкость	75,3
Средняя емкость	62,0	Резервный воздух	37,3
Остаточный воздух	24,7	Добавочный воздух	38,0

Глубина дыхания

Взрослые 300—900 см³

В среднем около 500 "

(Штехелин и Шютце)

* Терминология этих понятий не выработана еще окончательно.

В покое	400—500 см ³	во вдохе
Максимум	1000	" "
Минимум	250—300	" "
При работе	760—1600	" "
Восхождение на гору	1000—2000	" "
Бег	1600—3100	" "
Новорожденные в покое	40—50	" "

(Биол. табл.)

Вентиляция легких (величина дыхания в минуту, количество воздуха, вдыхаемого в минуту, минутный объем, объем дыхания)

Взрослый, покой	4,5—6 л в минуту
Ходьба	8—10 " "

(Биол. табл.)

В норме	4—10 " "
Большой частью между	6—8 " "
Максимум при физической работе, лихорадке и т. п.	50—60 " "

(Рорер)

Максимум у молодых людей	60,3 " "
------------------------------------	----------

(Гофбауэр)

Величина дыхания у животных

Верховая лошадь* в покое	50—60 л в минуту
При медленном шаге	90—150 " "
При скором шаге	220—250 " "
При спокойном галопе	300—400 " "
При подном галопе	500 и выше л в минуту
Ломовая лошадь * при нормальной нагрузке 75 кг/сек.	300 л в минуту
Собака (5—36 кг весом)	0,8—4 л в минуту
Собака (5—28 кг) при работе	3—33 " "
Собака (7—10 кг) в покое	2—3 " "
Кролик	0,250—0,850 " "
Кошка	1 " "
Обезьяна	1 " "
Мышь	5—7 см ³ " "

Объем и скорость выходящего из рта воздуха

	Объем, см ³	Скорость, см/сек
При нормальном разговоре (в общем)	2 816	119
Громкий разговор	1 708	116
Тихий разговор	1 741	122
Объем дыхания при грудном голосе	1 300	

(Гримм)

Объем воздуха, выдыхаемого через нос

При нормальном разговоре 0,00 см³ (Флатау-Гутцман)

Скорость потока, выдыхаемого воздуха при шопоте

Громкий шопот	145—1059 см ³ в секунду
Тихий шопот	78—492 " "

(Кайзер)

Абсолютная скорость тока воздуха в воздухоносных путях (в л/сек)

	Обыкновенное дыхание.	Максимальное дыхание	Кашлевый толчок
Голосовая щель	3—5	21—35	50—120
Трахея	0,9—1,5	6—10	15—35
Бронх	0,3—1,1	2,2—7	5—25
Бронх третьего порядка	0,03—0,11	0,22—0,74	0,5—2,5
Средний секундный объем при обыкновенном дыхании	200—270 см ³ в секунду		
Максимум объема	300—500 см ³ в секунду		

(Рорер)

(Рорер)

* Согласно лично сообщенным данным проф. Рихтерса (Берлин).

Частота дыхания у человека

Здоровый взрослый	7—18	в минуту	
При стоянии	12—24	"	
При стоянии в большинстве случаев	16—20	"	
Дети: новорожденные	34—140	"	в среднем 78 (Рорер)
в 1 год	32—100	"	62
от 6 до 10 лет	20—28	"	24
Дети: новорожденные	60—70	"	(Биол. табл.)
5 лет	26	"	

(Реклингхаузен)

Частота дыхания во сне:

у взрослых уменьшение на $\frac{1}{4}$ по сравнению с бодрствованием
у детей в зависимости от возраста 23—40 в минуту

Частота дыхания у взрослых при различном положении тела:

При лежании	13	в минуту
При сидении	19	"
При стоянии	22	"

Частота дыхания при работе (в сильной степени зависит от тренировки):

Ходьба	12—20	в минуту
Бег	14—45	"
Восхождение на гору	20—40	"

Частота дыхания при лихорадке, при раздражениях кожи приблизительно вдвое чаще, чем в норме.

Частота дыхания у животных

Млекопитающие:

Лошадь	6—10	в минуту	
Бык	10—15	"	(15—18 по П. Берту)
Овца и коза	12	"	
Собака	15—30	"	
Кошка, обезьяна	30—40	"	
Кролик	50—60	"	
Морская свинка	100—150	"	
Крыса	100—200	"	
Мышь	300—400	"	

Птицы:

Курица	12	"	(П. Берт)
Голубь	30	"	

Травоядные дышат в общем чаще, чем плотоядные.

Многие животные при повышении температуры воздуха дышат чаще, например собаки до 600 раз в минуту (тепловое учащение дыхания).

Температура выдыхаемого воздуха (человек)

При выдыхании	в среднем	35,26°	
При вдыхании	"	32,96°	(Херлиčka)
В зеве	"	32,5—33,6°	
Легочный воздух	"	35—35,6°	(Келли)
При спокойном естественном дыхании и комнатной температуре	"	30—32°	(Лилиебранд)

д) Легкие

Вес легкого у человека

Средний вес обоих легких: у мужчины	1 500 г	(Краузе)
у женщины	1 050 "	
Вес правого легкого: у мужчины	720 "	(Рейд и Гутчинсон)
у женщины	510 "	
Вес левого легкого: у мужчины	630 "	
у женщины	450 "	
Вес правого легкого: у мужчины	645 "	(Гофман)
у женщины	476 "	
Вес левого легкого: у мужчины	548 "	
у женщины	395 "	
Вес левого легкого	350—500 г	(Буссе)
Вес правого легкого	420—620 "	

Вес легких животных

Кролик	5—10 г на 1 кг веса	
Кошка	7—8 " " 1 " "	
Морская свинка	8,5 " " 1 " "	
Мышь	6,5—11,5 " " 1 " "	
Птица	$\frac{1}{222}$ веса тела	(Зиферт)

Объем легких мужчины, весь орган (в см³)

Новорожденный	41—78 в среднем	52,5
От 4 мес. до 1 года	156—373 "	210
8—13 лет	431—1120 "	707
20—25 лет	1084—1840 "	1680
30—39 лет	1303—2107 "	1788
У женщин объем меньше		(Визенер)

Соотношение длины отрезков бронхиального дерева (в см)

	У мужчины	У женщины	У ребенка 10 лет	У грудного ребенка
Трахея	12	10	7	4
Расстояние от верхних зубов до трахей	14	13	10	8
Общее расстояние между зубами и корнями нижней доли:				
справа	32	28	20	13,5
слева	33	29	21	14
(Скрамлик)				

Диаметр отрезков бронхиального дерева (в мм)

	У мужчины	У женщины	У ребенка 10 лет	У грудного ребенка
Трахея	15—22	13—18	8—11	6—7
Главные бронхи:				
справа	12—16	10—15	7—9	5—6
слева	10—14	9—13	6—8	4—5
Альвеолы	0,1—0,2			

Поверхность

Внутренняя поверхность легочной паренхимы (респираторный эпителий)	900 000 см ²	
Поперечное сечение трахей	3 "	
голосовой щели	1 "	(Рорер)

Дыхательная поверхность легочной паренхимы:

80 м² (Эбн)
90 „ (Цунтцу)

Эластичность и соотношение давления в легком

Линейный коэффициент растяжения легкого . . . 1,6
Внутрилегочное давление (в трахее при спокойном дыхании):

Человек 1—3 см воды = 0,7—2 мм Hg
при вдыхании —1 „ . . . = 0,73 мм Hg
при выдыхании +1 „ Леви-Гутцман)

Максимальное давление при форсированном дыхании у мужчин:

Вдыхание от —70 до —160 мм Hg
Выдыхание „ +80 „ +220 „ Hg
У женщин меньше (Вальденбург)

Давление в плевре у человека:

	При вдыхании	При выдыхании
При лежании	—4,0 мм Hg	—1,9 мм Hg
При сидении	—5,1 „ Hg	—3,0 „ Hg
		(Арон)
К концу обыкновенного выдыхания	—7,5 „ Hg	(Дондерс)

Силы, действующие на поверхности грудной клетки:

Максимальная мощность дыхательных мускулов более 200 кг
(Дондерс)
Пассивные силы при максимальном вдохе (сила давления) 63,0 кг
Пассивные силы при максимальном выдохе (сила тяги) 53,5 кг
Общее мускульное давление при выдохе (активное + пассивное) 305,0 кг
(Рорер)

III. ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ И ПАРОВ

До сих пор нет еще общего и достаточно удовлетворительного принципа для классификации газов и паров. Несмотря на это существенно необходимо, прежде всего из-за практических целей, соединить в группы отдельные газы по их общим свойствам и по общему действию. Этим, с одной стороны, облегчается обзор всего данного вопроса, а с другой стороны, выявляются важные основные положения и правильное общее направление как для понимания их действия на организм, так и для лечения вызванных ими поражений.

В рамках настоящей книги, трактующей о «вредных» газах, наиболее целесообразна классификация, основанная на фармакологическом действии. Насколько такая классификация может быть всюду проведена, будет видно из дальнейшего изложения.

Гендерсон и Хаггард делят ядовитые газы на следующие четыре большие группы.

I. Удушливые газы (удушающие газы, газы, вызывающие асфиксию). Эти газы не повреждают легкие непосредственно. Действие их состоит в том, что они ведут к кислородному голоданию в крови. Эти газы можно подразделить на две подгруппы.

а) Простые удушливые газы. Токсикологически эти газы индифферентны, их действие основано только на механическом прекращении доступа кислорода в легкие. Сюда относятся азот, водород, гелий.

б) Химически действующие удушливые газы. Эти газы действуют удушающе благодаря своим определенным особенностям и во всяком случае не только вследствие прекращения доставки кислорода. Уже в минимальных дозах они нарушают в крови или в тканях газообмен или усвоение кислорода, хотя последний доставляется вдыхаемым воздухом в достаточном количестве. Примеры: окись углерода и синильная кислота.

II. Раздражающие газы. Сюда принадлежат главным образом газы, обладающие разъедающим химическим действием. Повреждая поверхностные ткани воздухоносных путей, эти газы вызывают воспаления дыхательных органов. В своем действии они значительно отличаются друг от друга, что главным образом зависит от их растворимости. Поэтому все эти вещества подразделены на много разделов.

III. Ингаляционные наркотики и родственные соединения. Вещества этой группы практически не действуют на легкие. Поступая без повреждения легких в кровь, вещества эти действуют на центральную нервную систему, вызывая наркоз. Кроме имеющих важное значение в медицине веществ, как хлороформ, эфир и т. д., сюда относится целый ряд соединений, имеющих большое значение в технике. Гендерсон и Хаггард, основываясь на химических, физических и особенно фармакологических особенностях этих соединений, делят их дальше на пять групп:

1) наркотические газы, не обладающие ясно выраженным последствием: закись азота, углеводороды жирного ряда, эфир, альдегиды, кетоны, сложные эфиры;

2) наркотические газы, обладающие вредным действием главным образом на внутренние органы: галоидопроизводные углеводородов жирного ряда;

3) наркотические газы, обладающие вредным действием главным образом на кроветворные органы: ароматические углеводороды;

4) наркотические газы, обладающие вредным действием главным образом на нервную систему: алкоголи и сернистые соединения жирного ряда;

5) органические соединения азота, обладающие вредным действием главным образом на кровь и на кровообращение: анилин, нитробензол и родственные соединения.

IV. Неорганические и металлоорганические соединения. К этой группе Гендерсон и Хаггард относят целый ряд газов и летучих соединений, обладающих самым различным действием, которые не могут быть причислены ни к одной из других групп. Таким образом в эту группу входят самые разнообразные соединения, как ртуть, фосфор и металлоорганические соединения, а также мышьяковистый и фосфористый водород.

В других вышедших за последнее время трудах по токсикологии и в справочниках по ядовитым газам была сделана попытка ввести новую классификацию, основанную на внешних признаках веществ и прежде всего на их запахе и на характере восприятия их. Такая классификация может облегчить в отдельных случаях распознавание ядовитых газов, но на практике такие внешние признаки зачастую не играют никакой роли: во-первых, часто применяются смеси газов, а с другой стороны, как раз весьма ядовитые газы не обладают характерным запахом и наконец токсичность иногда зависит от примеси других газов. Все же такая классификация на основе внешних признаков может быть применена для практических токсикологических целей и потому никоим образом не может считаться непригодной и ненаучной.

Так, Штаркенштейн* кроме собственно раздражающих газов выделяет еще особые группы, где в основу положено соотношение запаха к раздражающему или токсическому действию. К «обладающим запахом газам и парам, которые оказывают раздражающее действие только при высоких концентрациях, причем сильное резорбтивное действие может уже развиться до этого», причисляется синильная кислота, сероводород и хлороформ. К «пахнущим, но не раздражающим газам и парам с ясно выраженным резорбтивным действием» принадлежат мышьяковистый водород, фосфористый водород, ацетилен, сероуглерод и т. д. К «не пахнущим и не раздражающим газам с исключительно резорбтивным действием» причисляется окись углерода и, может быть без достаточного основания, уголекислота.

Неоднократно раздражающие газы причислялись к удушливым или удушающим газам. Это делалось на том основании, что они также вели к удушью вследствие развивающегося отека легких, как например фосген и нитрозные газы.

* Штаркенштейн, Рост, Поль, Токсикология, ч. I, Госмедиздат, 1931.

Раньше под «ирреспирабельными» газами подразумевали полностью индифферентные газы — азот и водород, так как они не могут поддерживать дыхания. В настоящее время к «ирреспирабельным» газам большинство авторов причисляют такие, которые, являясь сильнейшими раздражителями, вызывают запирающие защитные рефлексы. Этот не вполне удачный новый термин относится следовательно к прежним «раздражающим» газам. В действительности ни один газ не является «ирреспирабельным» в течение длительного времени, так как действие защитных рефлексов только временное.

У старых авторов, например у Эйленберга, мы встречаем разделение на «асфиктические» (*suffokatorische*), т. е. на умерщвляющие удушьем газы, и на собственно ядовитые «токсикемические» (*toxikämische*) газы. К первым относятся азот, водород и углеводороды, а к токсикемическим газам — наркотики, в том числе окись углерода, затем «ирритирующие» (*irritierende*), т. е. теперешние «раздражающие» газы, и наконец «биолитические» (*biolytische*), т. е. прекращающие жизнь газы типа сероводорода и мышьяковистого водорода.

Возрастающий интерес к газовым отравлениям не только в повседневной жизни и в промышленности, но и с точки зрения военных целей и мер противогазовой защиты настойчиво требует создания более совершенной, популярной и общепонятной классификации, основанной на характере действия газа. Особенно это имеет большое значение для раздражающих газов.

В свою очередь раздражающие газы разделяются дальше на легочные раздражители (хлор, хлорпикрин, фосген), на взрывные, или разъедающие газы в узком смысле, а именно повреждающие кожу органические соединения серы и мышьяка, на слезоточивые, например хлорацетофенон, бромбензилцианид, на чихательные, например соединения мышьяка*. Такая классификация основана на преобладающем действии определенных соединений на отдельные органы, на верхние дыхательные пути, легкие, глаза, кожу. При этом однако нужно помнить, что все эти виды действия в сильной степени зависят от концентрации и находятся между собой во взаимной связи или переходят друг в друга. Обыкновенно смотря по концентрации повреждаются все доступные слизистые оболочки, хотя с различной последовательностью и силой. Имеются однако единичные исключения из этого правила. Так например известные органические соединения мышьяка, обладая специфическим интенсивным раздражающим действием на слизистые оболочки, раздражают глаза в очень слабой степени.

Кроме того все ядовитые газы могут быть разделены сообразно цели классификации по химическому принципу, т. е. на основании их химической реакционной способности, по их физическим свойствам, например с военной точки зрения, — на тяжелолетучие (стойкие) и легколетучие (нестойкие), на газы нападения и газы обороны, затем с точки зрения технической, например по их применению или по возможностям отравления, на газы дыма, пары растворителей, взрывные газы и т. д.

* Термин «газы», применяемый здесь ко всем рассматриваемым веществам, мало пригоден для ряда веществ, оказывающих свое действие главным образом в жидком, тумано- или дымообразном состоянии, например раздражающие соединения мышьяка и др. Ред.

В нижеследующей специальной части этой книги для более легкого рассмотрения выбрана классификация, основанная в первую очередь на химических свойствах веществ.

В. ОБЩАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ И РОДСТВЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Общие указания о действии ядовитых газов и паров *

Удушающие (удушливые) газы

Удушье может наступить: 1) от остановки дыхания и 2) от других причин; в последнем случае остановка дыхания является конечным результатом. В первом случае в организме имеется избыток углекислоты, во втором исключительно недостаток кислорода.

Удушье вследствие остановки дыхания наступает в том случае, когда дыхание останавливается, либо вследствие механических препятствий, либо при действии яда на дыхательный центр; в этом случае кислород из воздуха не попадает в кровь. Такой вид удушья возникает либо при закупорке воздухоносных путей, либо при других видах удушья, а также при утоплении; кроме того он может наступить при действии некоторых ядов, которые парализуют дыхательные движения, как морфий или хлороформ. Во всяком случае дело здесь не только в отнятии кислорода, но и в затруднении выделения углекислоты. Чем сильнее развивается аноксемия (недостаток кислорода в крови), тем большая происходит задержка углекислоты. Оба фактора действуют потом совместно.

При других типах удушья, например при вдыхании высоких концентраций азота, у тканей организма только отнимается кислород; выделение углекислоты здесь не нарушено, поэтому в данном случае действует только непосредственно одна аноксемия. При этом дыхание может усилиться уже вторично до того, что одновременно будет исчерпано содержание углекислоты в организме: к аноксемии при этом присоединится акапния.

Удушье I типа является обыкновенной причиной смерти после вдыхания ядовитых газов, которые собственно не могут быть названы удушливыми и для которых вызываемый ими паралич дыхания есть только одна из сторон токсического действия. Удушье II типа является уже специфическим действием для группы газов и дымов, которые могут быть названы удушающими уже в узком смысле.

Удушье как следствие нахождения в герметическом пространстве, как например в стальных камерах, наблюдается редко. Все же вопрос о том, как долго человек может оставаться живым в подобных условиях, не лишен интереса. Ответ может быть легко дан на основании вышепомещенных данных о дыхании. При этом однако нужно помнить, что кроме стальных камер вряд ли могут быть герметические строения. Оштукатуренные стены обыкновенно пропускают так много воздуха, что недостатка кислорода наступить не может. То же относится к цементным и бетонным стенам. Когда несколько человек дышат в закрытом помещении, то воздух в этом помещении портится. Порча эта однако в гораздо меньшей мере зависит от того, что меняется состав воз-

* Авторизованный перевод из Henderson-Haggard, Noxious Gases.

духа, чем от изменения физических свойств воздуха, особенно его температуры, влажности и движения. Как долго может человек оставаться в герметическом помещении, не страдая заметно от недостатка кислорода, зависит как от объема использованного кислорода, так и объема имеющегося налицо воздуха. В покое нормальный человек нуждается в 0,2—0,3 л кислорода в минуту, во время работы потребность в кислороде резко возрастает. При покое необходимо около 7 час., чтобы количество кислорода, содержащегося в 1 м³ воздуха, снизилось наполовину. При этом могут начаться сильные неприятные ощущения и даже болезненные явления, хотя границу провести между ними трудно*.

Симптомы удушья. Нервная система чувствительнее всех остальных тканей к обеднению кислородом. Уже незначительный недостаток кислорода в крови ухудшает ее координацию и уже кратковременная асфиксия понижает ее функциональные способности. Если полная аноксемия продолжается в течение 10 мин. и значительная аноксемия в течение более долгого времени, то могут развиваться неизлечимые повреждения нервной системы.

Начальные явления удушья зависят от расстройств нервной системы. Ход развития этих явлений зависит от степени и продолжительности аноксемии. При тяжелой асфиксии, как например при вдыхании чистого азота или высоких концентраций синильной кислоты, сразу наступает потеря сознания: человек падает, как будто бы он получил удар по голове. Если асфиксия продолжается, то смерть наступает через несколько минут. С другой стороны, очень хорошим примером для постепенно наступающей и прогрессирующей асфиксии является действие вдыхания низких концентраций окиси углерода. Наблюдаемые при аноксемии явления по ходу своего развития разделяются на ряд фаз, начиная с первых наблюдаемых расстройств функциональной деятельности и до смерти. Даже при легкой, но длительной асфиксии, как например после вдыхания воздуха со сравнительно высокой, но не смертельной концентрацией азота, вызванные аноксемией явления становятся все тяжелее. Следовательно расстройства нервной системы определяются не только тяжестью аноксемии, но и в меньшей степени и ее продолжительностью.

Если удушье протекает так медленно, что отдельные симптомы могут полностью развиваться, то весь ход отравления составляет из последовательного ряда клинических картин.

Первая стадия аноксемии. Как только содержание кислорода во вдыхаемом воздухе уменьшается с нормальных 21% при 760 мм до 16—12%, т. е. немного ниже той точки, при которой тухнет свеча, наступают первые признаки аноксемии. Объем дыхания увеличивается, пульс ускоряется. И то и другое наступает еще тогда, когда нельзя отметить никаких других ясных симптомов отравления. Способность к внимательному и ясному мышлению ослабевает, но при известном напряжении может вернуться. Координация мускулов при тонких движениях, как например при писании, немного расстраивается. Дыхание значительно усиливается, соответственно с чем имеющееся в теле количество углекислоты уменьшается.

Вторая стадия аноксемии. При уменьшении процента кислорода до 14—9 начинают страдать и высшие центры мозга. Со-

* См. раздел «Расстройства, вызываемые дыханием в атмосфере с измененным и ненормальным составом» (недостаток кислорода при нормальном давлении воздуха).

знание сохраняется, но рассудок страдает. Тяжелые повреждения, как ожоги, контузии и даже переломы, не вызывают при этом болезненных ощущений. Необычно скоро возникают душевное беспокойство, особенно, плохое настроение и стремление к ссорам, реже наблюдаются веселость и быстрая смена настроений. Мускульные напряжения ведут к быстрой утомляемости и могут привести к длительному повреждению сердца. Они увеличивают аноксемию и ведут к обмороку. Дыхание часто принимает прерывистый или чейн-стоксовский тип.

Третья стадия аноксемии. Если воздух содержит только 10—6% кислорода, то может наступить тошнота и рвота. Пораженный уже не в состоянии производить сильные мышечные движения. В дальнейшем развивается спутанность и потеря сознания с обмороком или кома с остановившимися стеклянными глазами. При возвращении сознания воспоминание о таком состоянии или совершенно пропадает, или сохраняются совершенно неправильные представления обо всем случившемся.

До времени наступления этой стадии или даже в течение ее отравленный часто и не сознает, что он отравлен. Внезапно у него отказываются служить ноги и он не может ни стоять, ни ходить. Часто это является первым, единственным и кроме того поздно появляющимся признаком опасности. Может быть пораженный и начинает сознавать, что он находится в смертельной опасности, но к этому он относится совершенно безразлично. Он не ощущает больше никаких забот и болей.

Четвертая стадия аноксемии наступает при падении содержания кислорода ниже 6%. Дыхание становится тяжелым и могут наступить судороги. В конце концов дыхание останавливается, в то время как сердце еще продолжает биться минут 6—8. После этого наступает смерть.

Последствия аноксемии. Если аноксемия, не дойдя до своей четвертой стадии, начинает уменьшаться, то большинство симптомов быстро развивается обратно. Наиболее частым следствием аноксемии является головная боль, часто сопровождаемая тошнотой и плохим самочувствием. Эти симптомы могут в течение ближайших часов усилиться и продолжаться до следующего дня. Головная боль после асфиксии является следствием отека состояния тканей мозга, или следствием увеличившегося в результате этого отека внутричерепного давления. При интравенозном введении гипертонического солевого раствора излишняя жидкость извлекается снова из мозга и отек исчезает.

В отдельных случаях тяжелой и продолжительной аноксемии как следствие ее наступают органические дегенеративные изменения нервных тканей, ведущие к разнообразным параличам, амнезии и к другим нервным расстройствам. Дегенеративные процессы в других органах наблюдаются однако редко. Даже в мозгу случаи, при которых асфиксия ведет к развитию очевидных органических изменений, довольно редки. В подавляющем количестве случаев такие изменения наступают после вдыхания окиси углерода. Это происходит не потому, что окись углерода повреждает нервы благодаря своему специфическому действию, так как такого действия у окиси углерода нет, а вследствие продолжительной угрожающей асфиксии, которая как раз часто наблюдается при отравлении этим газом.

После такой долго продолжающейся асфиксии часто наступают тяжелые изменения в легких. Клинически такие случаи определяются

наличием хрипов и притуплений; при смертельном исходе в легких можно тогда наблюдать распространенные гиперемические участки. Такие изменения в легких вероятно не являются первичными, а вызываются расстройствами кровообращения. Довольно часто длительная асфиксия ведет к воспалению легких. Предрасполагающими факторами к этому является охлаждение тела при потере сознания, аспирация слизи и слюны, описанные выше изменения легких и ателектазы вследствие закупорки воздухоносных путей. Сами же удушливые газы, за единственным исключением хлорциана и родственных соединений, не обладают раздражающим действием по отношению к тканям дыхательных путей.

Реакция организма при хронической аноксемии зависит от продолжительности ее и от одновременного хода развития кислородного голодания. Длющаяся более долгое время незначительная аноксемия, которая наступает при перемене места жительства или при экспедициях на высокие горы, ведет к целому ряду определенных компенсаторных изменений, которые все могут быть обобщены под названием акклиматизации. Число эритроцитов увеличивается. Вначале это увеличение только относительное, так как кровь стала беднее жидкостью, затем — гораздо медленнее — увеличивается и образование эритроцитов. Первый симптом развивается в течение немногих часов, для развития второго симптома требуются недели или месяцы. Увеличение эритроцитов («полицитемия») увеличивает количество кислорода, которое может быть воспринято кровью.

Вследствие аноксемии объем дыхания немного увеличивается у некоторых людей через несколько часов, у других через несколько минут, а у третьих только по прошествии одного и более дней. Эта увеличенная вентиляция легких уменьшает в крови напряжение углекислоты; вследствие этого сдвигается нормальное равновесие между щелочью и углекислотой, а следовательно меняется и концентрация водородных ионов, так что кровь становится ненормально щелочной. Следствием аноксемии и последующей акапнии является наступление комплекса симптомов, который носит название горной болезни. Болезнь эта проявляется депрессией, тошнотой, головной болью и слабостью. Продолжение аноксемии и акапнии ведет к уменьшению щелочности крови соответственно уменьшению углекислоты. Этим самым снова восстанавливается нормальная концентрация водородных ионов. Увеличение объема дыхания поддерживается при вновь наступившем состоянии равновесия так же, как и на поверхности моря. Через некоторое время (от 1—2 дней до 1—2 недель) при продолжающейся аноксемии все явления горной болезни исчезают и наступает акклиматизация. У полностью акклиматизировавшихся людей все изменения — увеличение объема дыхания и эритроцитов, уменьшение щелочности крови и углекислоты в альвеолярном воздухе — пропорциональны высоте над уровнем моря. Существенным фактором при этих влияниях разного барометрического давления является именно парциальное давление кислорода. Каждой высоте выше уровня моря до высоты 4700 м соответствует точно определенная степень функционального приспособления. То же самое имеет место и при больших высотах — до 7700 м, хотя здесь уже требуется всегда более сильное напряжение организма. Вследствие вынужденно увеличившегося объема дыхания каждое физическое напряжение даже для вполне акклиматизированных людей становится по мере увеличения высоты все труднее. Если например при известном напряжении на уровне моря дыхание в покое увеличивается с 7 до 28 л, то аналогич-

ное напряжение у акклиматизированного человека увеличит дыхание с 14 до 56 л.

В том случае, если периоды аноксемии нерегулярны и сравнительно коротки, что например наблюдается при повторных полетах на большой высоте на самолетах, то компенсационный механизм развивается попеременно в обоих направлениях. При таких условиях не наступает акклиматизации, а развивается трудно определяемое состояние нервозности, раздражительности и слабости. Такое состояние обычно называют воздушной болезнью; оно имеет много общего с состоянием перегрепировки атлетов.

Ежедневное действие небольших количеств окиси углерода может повести к любому из описанных здесь типов ответной реакции. Рабочие, работающие у домен или в автомобильных мастерских и почти постоянно подвергающиеся действию окиси углерода, иногда достигают в конце концов довольно резко выраженного «привыкания» («акклиматизации»), которое выражается в увеличении числа эритроцитов. Если же, как это бывает чаще, действие окиси углерода не бывает таким постоянным, то при таких условиях развиваются симптомы воздушной болезни.

О лечении асфиксии см. раздел «Лечение газотравленных».

Две подгруппы удушливых газов. По вышеприведенному определению к числу удушливых газов принадлежат вещества, вызывающие аноксемию всеми другими способами кроме расстройств механизма дыхания. Непосредственно они не расстраивают дыхания, но препятствуют дыханию выполнять свою роль переносчика кислорода и делают таким образом дыхание бесполезным. Удушливые газы разделяются на две подгруппы: на простые удушливые вещества и на химически действующие. Простые удушливые вещества физиологически индифферентны и действуют только при высоких концентрациях. Они вызывают асфиксию вследствие прекращения доставки кислорода к легким, не абсорбируясь при обычных условиях кровью в сколь угодно заметной степени. К химически действующим газам принадлежат вещества, которые, попадая в кровь, производят специфическое действие на кровь или на другие ткани. Такой химически действующий удушливый газ может помешать доставке кислорода тканям, хотя в самих легких может быть налицо значительное количество кислорода. В другом случае, не действуя на кровь, удушливый газ может мешать тканям использовать кислород, доставляемый им кровью в нормальном количестве. Практически разница между простыми и химически действующими удушливыми газами состоит в том, что последние действуют уже в минимальных количествах.

Простые удушливые газы. Количество простых удушливых газов велико. Их можно разделить на два типа. К первому типу принадлежат совершенно физиологически индифферентные газы; сюда принадлежат такие газы, как водород и азот. Принадлежащие к другому типу обладают незначительным специфическим действием. Если они однако вдыхаются с воздухом в высокой концентрации, то они вызывают асфиксию прежде, чем наступает их специфическое действие. К такому второму типу удушливых газов принадлежат более легкие алифатические углеводороды, как метан и этан, и различные газы, которые в настоящее время применяются в смеси с кислородом как наркотики.

Простые удушливые газы действуют таким образом только путем прекращения доставки кислорода к легким. Их действие пропорцио-

нально их процентному содержанию, или правильнее, обратно пропорционально давлению кислорода во вдыхаемом воздухе. Поэтому в одной и той же молярной концентрации они действуют все одинаково. Во всяком случае, чтобы вызвать ясно выраженное действие, они должны быть налицо в значительных количествах. Как уже было указано в разделе о симптомах аноксемии, количество кислорода в воздухе может снизиться до $\frac{2}{3}$ своего нормального количества, прежде чем разовьются явления аноксемии, о которых необходимо упомянуть. Для того чтобы количество кислорода настолько уменьшилось, необходимо, чтобы в смеси с воздухом содержалось 33% удушливого газа. Когда количество удушливого газа доходит до 50%, попытки человека спастись бегством становятся скоро невозможными, а при 75% быстро наступает смерть. К числу таких газов принадлежат азот, водород, гелий, закись азота, метан, этан, пропан, этилен и ацетилен.

Химически действующие удушливые газы. Количество химически действующих удушливых газов незначительно. Сюда могут быть отнесены только два соединения: окись углерода и синильная кислота с ее соединениями. Несмотря на это благодаря частоте отравлений окисью углерода эта группа является самой важной из всех вредных газов. Окись углерода является удушливым газом, так как, соединяясь с гемоглобином крови, она вытесняет кислород. С другой стороны, цианистые соединения действуют на ткани, лишая их возможности ассимилировать доставляемый им кровью кислород. Таким образом окись углерода и различные летучие цианистые соединения существенно отличаются от простых удушливых газов в главных направлениях своего действия. Действие последних состоит только в том, что они препятствуют доставке кислорода в кровь. Окись же углерода действует на кровь сама по себе. В большинстве случаев отравлений окисью углерода в соприкосновение с кровью приходят в легком значительные количества кислорода, однако кровь не в состоянии ни воспринять их, ни передать тканям. С другой стороны, цианистые соединения не могут удалить из крови кислород и не могут воспрепятствовать его поглощению кровью и доставке тканям. В гораздо большей степени они действуют на самые ткани и препятствуют им использовать доставляемый кислород.

Раздражающие газы, их острое и хроническое действие и последствие

Раздражающие газы очень широко представлены среди газов и паров, применяемых в промышленности. К их числу принадлежат кислотные пары, хлор, аммиак, сернистый газ. При всех своих резко отличающихся друг от друга физических и химических свойствах все раздражающие газы обладают одной общей особенностью, а именно: при непосредственном действии на ткани они вызывают в них воспаление. Этим и исчерпывается повидимому их токсическое действие. В кровь в сколько-нибудь значительном количестве они не переходят, и таким образом исключается всякое их действие через кровь. В гораздо большей степени проявляется действие раздражающих газов на поверхностные слои тканей, на кожу, на соединительные оболочки глаз и особенно на слизистые оболочки дыхательных путей.

Действие раздражающих газов вызывает целый ряд различных симптомов отравления, хотя в принципе токсикология у всех летучих раздражающих газов одна и та же. Различия в симпто-

мах зависят в значительной степени от разницы в месте действия отдельных соединений. Поэтому характерная симптоматология каждого отдельного раздражающего газа имеет главным образом особенности, зависящие от развития воспаления в каком-либо одном месте, принципиальных же различий в действии отдельных раздражающих газов гораздо меньше. Некоторые раздражающие газы действуют сперва главным образом на верхние дыхательные пути и вызывают воспаление зева, гортани (фарингит и ларингит). Другие действуют преимущественно на легкие, вызывая их отек и воспаление. Симптомы вызванного раздражающими газами воспаления гортани совершенно отличны от симптомов воспаления легких. Однако так же различны например симптомы ожога на руке и на глазу. Здесь различная симптоматология зависит исключительно от анатомических различий пораженных мест.

Как и при ожогах, при отравлении раздражающими веществами все дело в том, какое именно место поражено. Различие в симптоматологии и патологии отравлений различными типами раздражающих газов зависит преимущественно от места их действия. Так, например аммиак вызывает набухание верхних дыхательных путей и смерть при судорогах или отек гортани. С другой стороны, фосген и сернистый газ вызывают только незначительное раздражение верхних дыхательных путей, но вследствие действия на легочные альвеолы вызывают пневмонию или отек. Хлор по своему действию стоит между аммиаком, с одной стороны, и фосгеном и окислами азота — с другой. Такое различие в действии раздражающих газов основано на том, что эти газы действуют на воздухоносные пути в разных местах. То обстоятельство, что отдельные раздражающие газы избирательнее действуют на определенные места, зависит в гораздо меньшей степени от их различных химических особенностей, чем от их различного физического состояния. Отсюда вытекает, что в общем необходимо знать физические особенности раздражающего газа, чтобы иногда указать тот отрезок воздухоносных путей, на который он действует, и чтобы предсказать симптоматику и патологию отравления им. На этом основании возможна систематическая классификация раздражающих газов и паров и отравлений ими.

Наиболее сильное действие проявляется тогда, когда раздражающие газы легко проникают через поверхность тканей, особенно влажных. Поэтому прежде всего поражаются эпителий и слизистые оболочки дыхательного тракта и соединительные оболочки глаз. Даже непереносимая для глаз и зева концентрация аммиака не вызывает заметного раздражения кожи, пока последняя суха. Если глаза и дыхательные пути защищены противогазом, то могут переноситься высокие концентрации. Тем не менее, начиная с определенной границы, начинает поражаться и кожа.

Избирательное действие различных раздражающих газов на различные участки воздухоносных путей зависит главным образом от их различной растворимости. Хорошо растворяющийся в воде газ будет поглощаться из вдыхаемого воздуха первой тканью, стоящей на пути движения воздуха. Поэтому верхние дыхательные пути должны получать главный удар при действии раздражающих газов; легкие же подвергаются токсическому действию относительно слабее, так как раздражающие газы вследствие их абсорбции в верхних дыхательных путях доходят до них в значительно разбавленной концентрации. Когда однако газы мало растворимы в воде, то верхние дыхательные

пути поражаются в незначительной степени, так как газы ими абсорбируются в незначительном количестве, главная же масса газа проникает в легкое. Газ средней растворимости действует более или менее равномерно на весь дыхательный тракт. Таким образом токсичность газа стоит в обратной пропорциональности к его растворимости в воде *. Чем менее растворим газ в воде, тем коварнее его действие.

Простой опыт показывает, как растворимость отдельных газов влияет на их действие на различные участки дыхательного тракта. Для этого нужно только разбавить последовательно различные газы в особом сосуде с большим количеством воздуха, а затем медленно пропускать их через длинную стеклянную трубку, которая содержит по всей своей длине намоченную водой фильтровальную бумагу. Если газ имеет кислый или щелочной характер, то вместо фильтровальной бумаги можно взять лакмусовую бумагу. Сколько абсорбируется каждого газа содержащейся в бумаге в различных частях трубки водой, зависит главным образом от растворимости отдельного газа. Насыщение газом происходит сначала у переднего края трубки. Если налицо имеется хорошо растворимый газ, то на этом месте абсорбируются значительные количества газа, в середине трубки абсорбируется сравнительно немного, и выходящий из другого конца воздух уже практически свободен от раздражающего газа. С другой стороны, мало растворимый газ при переходе через трубку абсорбируется только в незначительной степени, и его концентрация при выходе из трубки сравнительно высока. При таком опыте трубка, через которую проходит газ, соответствует воздухоносным путям: носу, зеву, гортани и бронхам, а пропускаемый через трубку газ соответствует здесь тому газу, который проникает в легкие при дыхании.

При такой искусственной системе во время длительного пропускания газа концентрация его в жидкости увеличивается до тех пор, пока не прекратится абсорбция этого газа из воздуха. При этом выходящий из трубки воздух имеет почти такую концентрацию газа, как и воздух, поступающий в трубку. Из этого правила имеются некоторые исключения, которые однако не могут играть роли для живого организма. Между раздражающим газом, содержащимся в воздухе, и тканями конечно не наступает никакого состояния равновесия. Большинство таких газов в свободном состоянии не может существовать в тканях: они или соединяются с составными частями тканей, или находятся там в измененном виде. От этого и зависит главным образом начальное раздражение и повреждение тканей, которое позже переходит в воспаление.

Соответственно с этим при некоторых очень легко растворимых раздражающих газах вследствие абсорбции влагой в верхних дыхательных путях наступает значительное уменьшение вдыхаемых концентраций. Это обстоятельство очень важно. Отсюда следует, что в случае сильно растворимых газов действие их низких и высоких концентраций на легкие не находится между собой в какой-либо зависимости. Сила действия какого-нибудь раздражающего газа поэтому не может зависеть от произведения концентрации газа в воздухе на продолжительность действия, как это имеет место согласно предыдущему изложению для какого-либо удушливого газа типа окиси углерода. Высокая концентрация даже при кратковременном

* Это правило отнюдь нельзя считать универсальным, поскольку растворимость в воде является лишь одним из факторов, определяющих токсичность раздражающих газов (см. также стр. 110). *Ред.*

воздействию обладает очень сильным действием. Половина такой концентрации будет переноситься в течение более продолжительного промежутка, чем двойное время, и при этом действие газа будет все же слабее, чем в первом случае. Соответственно с этим понижение концентрации раздражающего газа при его прохождении через верхние дыхательные пути вызывает гораздо меньшее повреждение легочной ткани.

Избирательное действие раздражающих газов на дыхательные пути стоит в тесной связи с более или менее значительной опасностью смертельного исхода при повреждении различных его отрезков. Нежность оболочек дыхательных путей, их легкая ранимость и тяжесть получающихся повреждений для верхних и нижних отрезков дыхательного пути весьма различны. Нос и зев могут получить серьезные повреждения, но следствия этих повреждений будут очень ничтожны. Наоборот, повреждения гортани и бронхов могут иметь более серьезные последствия. Местное действие здесь очень болезненно и весьма опасно; кроме того сюда же может присоединиться общее действие, как например острый ларингит или бронхит, вследствие бактериальной инфекции. Наиболее серьезные последствия после вдыхания раздражающих газов наступают в том случае, когда непосредственно поражаются легкие. В таком случае начальное раздражение ведет к отеку, который может стать причиной удушья или, если эта опасность пройдет, может развиваться воспаление легких с последующим истощением и слабостью кровообращения. В обоих случаях может наступить смерть.

Необходимо себе ясно представить, что воспаление, даже наисильнейшей степени, с разрушением и отделением тканей, имеет совсем другую причину, чем простое химическое повреждение. Явления воспаления зависят от изменений нормальных жизненных процессов тканей, с которыми раздражающий газ входит в соприкосновение. Начальная стадия состоит в коагуляции, расплавлении, сморщивании или в каком-либо ином изменении нормального состава протоплазмы, вызванном паром ядовитого вещества. Характер вызванных вначале раздражающими газами изменений зависит от химических свойств вещества. Последующее же воспаление не зависит от природы первичного повреждения и для всех раздражающих веществ в общем оно одинаково.

Раздражающие газы реагируют с тканями, в соприкосновение с которыми они входят, прежде всего химическим или физическим путем. Эту реакцию можно наблюдать *in vitro* при действии раздражающих газов на белок. *In vivo* однако эта реакция в большинстве случаев недостаточно сильна, чтобы ее можно было определить. Витальной реакцией тканей на действие раздражающих веществ является то, что мы видим и что чувствует отравленный. Последующее воспаление есть уже физиологическая реакция, а не только простое химическое явление. Если мы подействуем соляной кислотой на цинк, то металл растворяется с образованием водорода. Если же мы подействуем той же соляной кислотой на живые ткани, то непосредственное действие обыкновенно слабо и довольно часто даже не может быть отмечено. Скоро однако наступает расстройство жизненных процессов в пораженных клетках, проявляющееся в физиологических явлениях. Если, с другой стороны, ткани уже погибли, то даже самые высокие концентрации химического агента, во много раз превышающие токсикологический минимум, вызывают еле заметное действие. Другими словами, действие раздражающих газов состоит

не в простом и прямом разъедании тканей за исключением разве совсем уже необычных сильных концентраций. Раздражающие газы действуют уже в исключительно незначительных разведениях, так что вышеупомянутое интенсивное действие обычно вообще не имеет места. Если налицо имеется очень сильное химическое действие, то может наступить моментальная смерть вследствие шока.

Таким образом воспаление является реакцией живой ткани на раздражение. Реакция, отмечаемая прежде всего в верхних дыхательных путях, заключается в покраснении вследствие расширения мелких сосудов на пораженных газом участках. На слизистых оболочках эта первая стадия действия сопровождается увеличением деятельности слизистых желез, так что на раздраженной поверхности отмечается усиленное образование слизи. При умеренном действии газа на верхние дыхательные пути воспаление не переходит этой стадии; в таком случае явления отравления ограничиваются только фарингитом и ларингитом (воспаление зева и гортани). Как только сосуды опять возвращаются к своему нормальному состоянию, наступает выздоровление без остающихся последствий.

При более тяжелом раздражении воспаление не ограничивается только покраснением и усиленным образованием слизи. Из стенок расширенных сосудов выступает плазма, что вызывает опухание и отслаивание тканей с последующим некрозом, или же плазма проникает в дыхательные пути и закупоривает их. На верхних дыхательных путях и на бронхах эти изменения проявляются прежде всего в потере нормального блеска и прозрачности при одновременной умеренной припухлости. Выступившая плазма свертывается на поверхности и часто бывает кроме того смешана с выделившейся кровью. Образовавшиеся при этом вязкие слои создают ложную пленку. В тяжелых случаях слизистая оболочка может быть приподнята жидкостью. Затем ткань отслаивается и обнажает мокнущую покрытую слизисто-гнойными массами раневую поверхность. Эти воспалительные изменения сопровождаются тяжелым мембранозным бронхитом и трахеитом (воспалением воздухоносных путей), которые могут тянуться в течение многих дней. В том случае если отравление не заканчивается смертью, наступает регенерация слизистой оболочки, которая идет со стороны сравнительно неповрежденного эпителия, защищенного складками слизистой оболочки. В более крупных бронхах заживление большей частью происходит с помощью рубца, вскоре исчезающего (?! — ред.); в мелких бронхах утолщения слизистой оболочки могут оставаться на более долгое время. Так как имеющаяся в норме защита против бактериального вторжения теперь уже значительно ослаблена, то большей частью еще до регенерации слизистой оболочки в бронхах развивается инфекция.

В случае сильного воспаления верхних дыхательных путей вследствие отека тканей может наступить такое утолщение стенок гортани, что вход в воздухоносные пути закупоривается и отравленный гибнет от удушья. Такой отек гортани является обыкновенно причиной быстрой смерти или непосредственно, или вскоре после действия раздражающих газов на верхние дыхательные пути.

Отек легких. Самым важным симптомом, развивающимся вследствие воспаления легких, вызванного раздражающим газом, является их отек. Этот отек достигает своего максимального развития приблизительно через 12—24 часа после воздействия раздражающего газа, и если не наступает смерть, постепенно исчезает в течение 48 час.

Причиной отека легких являются аналогичные воспалительные изменения, как в верхних дыхательных путях. Раздражающий газ повреждает эпителий легочных пузырьков и альвеол. Из капилляров просачивается жидкость и скопляется между клетками. Кроме того эта жидкость проникает в альвеолы, свертывается там и заполняет последние фибрином. Этим самым создаются серьезные изменения в дыхательном обмене углекислоты и кислорода между воздухом и кровью. Одновременно затрудняется легочное кровообращение, что сильно обременяет работу правой половины сердца. Потеря жидкости, которую выделяет кровь при отеке, ведет к заметному недостатку воды в организме и к увеличению вязкости крови.

Вызванный раздражающими газами отек отличается от отека, развивающегося при действии других не раздражающих газов, тем, что в последнем случае особенно отекают обыкновенно нижележащие части легких. Отек же, наблюдаемый при действии раздражающих газов, не зависит ни от силы тяжести, ни от случайного положения отравленного. Между тем все же не все части легкого поражаются раздражающим газом в равной степени. При раздражающем действии на мельчайшие бронхи эти последние спадаются и тем самым предохраняют соответствующие части легкого от повреждения. Вследствие таких спадений бронхов, а также вследствие закупорки их отделившейся слизистой оболочкой и фибрином в отечных легких могут образоваться ателектатические и эмфизематозные участки.

Раздражение легких в противоположность воспалению верхних дыхательных путей не сопровождается сильными болями. Главными симптомами здесь являются симптомы удушья. Это удушье — особенного свойства, поскольку в начале его не отмечается недостатка в воздухе. Отравленный обыкновенно пепельно-серого цвета, одышки у него нет, но самое незначительное физическое напряжение может привести к немедленной смерти. Такое состояние «серого цианоза» без признаков одышки зависит от недостатка кислорода в крови, не сопровождающегося увеличением углекислоты в крови. В позднейшей стадии клиническая картина имеет вид «сине-красного цианоза» и резкой нехватки воздуха. Отек при этом так силен, что затрудняется как выделение углекислоты из крови, так и насыщение ее кислородом; в результате развиваются классические явления удушья.

Характерный ранний симптом легочного отека — серый цианоз — зависит от неравномерного насыщения крови углекислотой и кислородом. Углекислота гораздо лучше растворяется в плазме, которая покрывает поверхность альвеол, чем кислород. Кроме того кислород диффундирует через легочную мембрану хуже, чем углекислота, и его ассимиляция расстраивается гораздо больше, чем выделение углекислоты. В этом отношении аноксемия при начинающемся легочном отеке имеет много общего с горной болезнью. Поэтому кислородный обмен прежде всего расстраивается больше, чем обмен углекислоты, и количество кислорода в крови уменьшается без заметного увеличения количества углекислоты. Вследствие усиленного дыхания количество углекислоты в крови может даже уменьшиться, так как недостаток кислорода возбуждает дыхание, хотя в сравнительно слабой степени. Таким образом признаки асфиксии выражены в этой стадии не совсем ясно, хотя налицо острая опасность для жизни.

При дальнейшем развитии отека часть альвеол заполняется пенистой жидкостью, которая закупоривает концы бронхиол. Такие участки легких почти не участвуют после того в газовом обмене, и оставшийся в них воздух в конце концов имеет такое же давление,

как венозная кровь. Одновременно однако участки легких, менее затронутые отеком, получают ненормально большие количества воздуха, в результате чего количество углекислоты в протекающей здесь крови падает ниже нормы. Количество кислорода, содержащееся в крови, протекающей по этим участкам легких, не в состоянии все же поднять содержание кислорода в гемоглобине выше нормального уровня. Это не может произойти вследствие специфического хода процесса диссоциации оксигемоглобина. При таких условиях кровь, попадающая в левое предсердие, представляет собой смесь: часть имеет такое же количество газов, как венозная кровь, другая же часть содержит столько же кислорода, сколько венозная кровь, зато углекислоты в ней меньше, чем в норме. Такая смесь чрезмерно и недостаточно газированной крови, попадающая в артерии, бедна кислородом, между тем в этих ранних стадиях содержание углекислоты в ней нормально или даже ниже нормального.

Вместе с нарастанием отека все более и более затрудняется диффузия углекислоты, так же как диффузия кислорода. Давление углекислоты в артериальной крови поднимается, щелочность крови вероятно падает, в то время как аноксемия все увеличивается. Все эти три явления ведут к резкому недостатку воздуха. Наиболее резко выраженные симптомы при этом зависят от чрезмерного напряжения в артериальной крови углекислоты, наиболее же серьезные повреждения развиваются вследствие кислородного голодания. Поэтому асфиксия при легочном отеке, развившемся при действии раздражающих веществ, гораздо опаснее, чем это можно предположить по наружным признакам. Вследствие этого часто можно наблюдать, как пациент, кажущийся легко отравленным, при малейшем физическом напряжении, например при поднятии на постели для выслушивания легких, падает мертвым, очевидно вследствие паралича перенапряженного и асфиктического сердца.

О лечении отека легких см. раздел «Лечение газоотравленных».

Вызванное раздражающими газами воспаление дыхательных путей ослабляет или совсем прекращает нормальную защитную способность против внедрения бактерий. Соответственно этому наступление инфекции является обычным последствием действия этих газов. Возбудители инфекции обыкновенно исходят с верхних дыхательных путей. Симптомы заболевания при этом аналогичны симптомам, развивающимся при обычных инфекциях.

Раздражающие газы могут повести к воспалению легких даже в том случае, если они действуют в таких ничтожных концентрациях, что не вызывают вначале острого раздражения. При несчастных случаях, имеющих место в промышленности, смертельный исход чаще наступает вследствие возникающей инфекции, чем вследствие первичного отека. Вероятно вдыхание очень незначительных концентраций раздражающих газов или паров вызывает предрасположение к развитию инфекции в дыхательных путях. Встречающиеся так часто в городах инфекционные заболевания дыхательных органов следует поставить в связь с действием сернистой кислоты в угольном дыме и наличием раздражающих газов в выхлопных газах автомобилей. Смерть от воспаления легких у рабочих, занятых на английских химических фабриках, наблюдается вдвое чаще, чем у всех остальных мужчин, и в восемь раз чаще, чем у людей, занятых сельским хозяйством.

С другой стороны, имеются значительные разногласия в вопросе о том, является ли действие раздражающих газов благоприятным фак-

тором для развития легочного туберкулеза. Нельзя сказать, что легочный туберкулез является таким же следствием раздражения легких, как воспаление их. Статистическое обследование состояния здоровья газоотравленных во время войны солдат показывает, что раз уже излеченные легкие (после отравления — ред.) заболевают туберкулезом не чаще, чем в норме. Ни в коем случае все же не исключена возможность того, что человек, у которого вследствие раздражающего действия газа был период уменьшенной сопротивляемости или легкого заболевания, сопровождавшегося вторичной инфекцией, впоследствии на базе прежнего повреждения мог заболеть туберкулезом совсем так же, как это бывает и после других причин. Часто пациент и не подозревает, что в его организме имеется инфекция, иногда такая инфекция просматривается и при врачебном осмотре. Можно предположить, что как всякая другая инфекция, так и туберкулезная может иметься в скрытом состоянии у любого здорового человека. Инфекция эта клинически проявляется только тогда, когда сопротивляемость организма соответственно уменьшается. Поэтому в таких случаях можно просто сказать, что отравление газом является причиной туберкулеза, который после отравления стал прогрессивно развиваться. С другой стороны, нельзя считать туберкулез, начавшийся через некоторое время после полного излечения отравления газом, последствием такого отравления. Трудность ответа на вопрос в каждом отдельном случае состоит в решении того, могло ли отравление настолько отразиться на общем состоянии здоровья пациента, что на этой почве имел возможность развиваться туберкулез.

В результате действия раздражающего газа могут развиваться длительные расстройства здоровья по двум различным направлениям.

1. Хроническое воспаление вследствие однократного более или менее значительного действия газа.

2. Хроническое воспаление, вызванное и поддержанное постоянным воздействием низких концентраций раздражающих газов.

После сильного раздражения дыхательных путей и последующего внедрения инфекции, последняя иногда остается, вызывая хроническое заболевание. На первом месте как характерные явления стоят хронический бронхит, образование рубцовой ткани в легких и выключение отдельных глубже лежащих участков их, иногда с образованием абсцессов. Пациент в покое чувствует себя вполне нормально, но способен только к самому умеренному напряжению. Такое состояние может тянуться долгое время. Отсутствие каких-либо объективных данных при исследовании гортани и при просвечивании рентгеном наводит на предположение, однако совершенно неправильное, о симуляции.

Бактериальная инфекция, наступающая как следствие воспаления, может после своего излечения оставить отдельные инфицированные очаги или инкапсулированные некротические участки в легких или в тканях бронхов. Такая длительная инфекция является причиной продолжительных болезней с симптомами, аналогичными симптомам, наблюдаемым при очаговой инфекции, вызванной другими причинами.

Второй тип хронических воспалительных процессов развивается после более длительного воздействия несмертельных доз раздражающих газов. Характерным признаком такого отравления является катаральное воспаление верхних дыхательных путей. Если человек при своей работе подвергается воздействию газа в течение более или менее продолжительного времени, то появляющийся вначале сильный

кашель с течением времени становится слабее. Здесь наблюдается ложное привыкание (невосприимчивость) к газу, так как настоящего привыкания к раздражающим газам быть не может. Видимость такого привыкания выражается в том, что защитные рефлексы, особенно кашель, делаются заметно слабее, что зависит от того, что поверхность верхних дыхательных путей покрывается густой слизью, которая защищает ткани от действия газов*. С другой стороны, этот катаральный эксудат не защищает глубоких отрезков дыхательного тракта, а наоборот, облегчает проникновение туда газов, так как защитные дыхательные рефлексы частично исчезают. Развивающееся воспаление, в свою очередь, сводит на-нет нормальные защитные приспособления против внедрения бактерий. Такое состояние ухудшает общее самочувствие и вызывает значительно увеличенную восприимчивость к острым инфекциям дыхательных путей.

Так называемые защитные рефлексы все же не в состоянии предохранить в действительности дыхательные пути от воздействия ядовитых газов. Тем не менее они могут играть важную роль как предостережение о присутствии раздражающих веществ во вдыхаемом воздухе, особенно когда эти вещества действуют на верхние дыхательные пути. К особенностям, которые делают особенно опасными газы, действующие в первую очередь на легкие, принадлежит способность не раздражать в заметной степени верхние дыхательные пути. Особенно это касается фосгена и двуокиси азота. Смертельные концентрации этих двух газов могут быть вдыхаемы, без наступления при этом ясно выраженных предостерегающих симптомов, как раздражение зева или кашель. Во всяком случае эти симптомы не сильнее тех симптомов, которые развиваются например при вдыхании значительно меньших и непосредственно не опасных концентраций аммиака.

Защитные рефлексы сводятся к кашлю, сужению гортани и бронхов, замыканию голосовой щели и задержке дыхания. Кашель вызывается уже легким раздражением гортани; он складывается из ряда выдыхательных толчков, имеющих целью удаление действующих раздражающе частиц. Все же кашель не в состоянии воспрепятствовать прохождению раздражающих газов в легкие, он только является одним из первых симптомов, указывающих на их присутствие. Если на слизистую оболочку гортани действуют более высокие концентрации раздражающих газов, то раздражается верхний гортанный нерв, вследствие чего наступает приостановка дыхания, причем грудная клетка остается в положении выдоха. В равной мере дыхание расстраивается и вследствие раздражения чувствительных волокон тройничного нерва в носовых ходах и вследствие чихания. При очень сильном раздражении замыкается рефлекторно голосовая щель, вследствие сокращения приводящих мышцы одновременно сокращается и бронхиальная мускулатура, так что дорога в легкие частично запирается. Однако такое затруднение дыхания носит временный характер и преодолевается

* Механизм «привыкания» при повторном воздействии раздражающих газов на органы дыхания далеко не так прост, как это можно заключить из указаний авторов. Наблюдения показывают, что имеется известная специфичность в явлениях «привыкания»: снижение чувствительности к веществам одного класса не сопровождается снижением чувствительности к веществам других классов, хотя последние и обладают вполне аналогичным раздражающим действием. Причину этого явления следует искать не в механическом ограничении доступа вещества к слизистым оболочкам, а в определенных изменениях их нервных рецепторов. Ред.

вследствие увеличивающегося раздражения дыхательного центра недостаточным доступом кислорода и увеличивающейся венозностью крови. Только в редких случаях судорога голосовой щели может продолжаться так долго, что наступают симптомы асфиксии. Судороги бронхов, особенно мелких, могут повести в некоторых острых случаях к полному прекращению доступа воздуха к отдельным участкам легких. Таким образом получают ателектатические и эмфизематозные очаги в легких.

Абсорбция раздражающих газов или их продуктов превращения. Большинство раздражающих газов при их воздействии на дыхательные пути полностью разрушается или нейтрализуется. Поэтому в своем первоначальном виде они не могут резорбироваться организмом. Продукты их разрушения или нейтрализации, как правило, не ведут после их всасывания к общему отравлению. Все же имеются некоторые исключения, особенно для сероводорода и двуокиси азота. Сероводород при абсорбции его воздухоносными путями переводится в сернистый натрий. Эта реакция является причиной сильного местного раздражения, к которому затем присоединяется тяжелое общее отравление вследствие резорбции сернистых щелочей в кровь. Аналогично этому образующийся вследствие вдыхания окиси азота азотистокислый натрий вызывает явления нитритного отравления. Во всяком случае здесь общее действие полностью перекрывается явлениями острого раздражения легких.

Некоторые вещества, которые считаются в большей или меньшей степени сильными раздражителями, здесь не описываются. Все они всасываются дыхательными путями без изменения. Сюда относятся главным образом органические соединения, как алкоголь, эфир, некоторые альдегиды, летучие составные части нефти и каменноугольной смолы и т. д. Все эти соединения при соприкосновении с живыми тканями не изменяются и не разрушаются. Общее их действие, как правило, сильнее, чем их местное действие на легкие.

Местное действие этих веществ отличается от действия раздражающих газов в более узком смысле двумя моментами: 1) вызываемое их воздействием на верхние дыхательные пути выделение слизи не образует защитной пленки, так как выделившийся секрет не может ни нейтрализовать, ни изменить этих веществ; он быстро насыщается газом при данном напряжении последнего во вдыхаемом воздухе; 2) раздражающее действие распространяется большей частью на верхние дыхательные пути, бронхи и бронхиолы, между тем как легочные альвеолы затрагиваются сравнительно мало. То, что попадает в легкие, там всасывается и вызывает общее отравление, но не вызывает легочных явлений. В этом отношении эти соединения образуют исключение из общего правила, гласящего, что чем менее газ растворим, тем менее он повреждает верхние дыхательные пути и тем более нижние, так как растворимость этих веществ обычно очень незначительна. Отсутствие действия на глубже лежащие части легких объясняется их быстрой всасываемостью кровью, вследствие чего невозможно накопление их в альвеолах.

Ингаляционные наркотики и их производные

Все летучие углеводороды вызывают при достаточно высокой концентрации наркоз. Сюда же можно отнести по своему действию и закись азота. Сила такого наркотического действия и других сторон действия различна для разных веществ. Кроме того имеются

существенные различия между ними в отношении хронических отравлений, вызываемых при длительном воздействии низких концентраций. После многократных слабых воздействий, иногда же после однократного тяжелого отравления, отдельные вещества этой группы могут вызвать специфические явления отравления и характерные последовательные изменения в различных тканях.

Относительно отдельных подгрупп см. раздел «Классификация ядовитых газов и паров».

Главным характерным действием наркотических газов является их парализующее действие на центральную нервную систему. Они растворяются в крови и с нею проникают в головной и спинной мозг. Количество крови, протекающее через нервную систему, так велико, что в последней почти тотчас же устанавливается такое же парциальное давление газа, как и в крови. Как уже было сказано, давление какого-либо газа в артериальной крови, оттекающей из легких, всегда равно давлению этого же газа в воздухе легких. Поэтому для всех газов этой группы характерно то, что в мозгу почти тотчас устанавливается такое же парциальное давление газа, как и в легких. Концентрация же его в мозговой ткани зависит от растворимости газа в последней и от его парциального давления и следовательно изменяется пропорционально парциальному давлению в легких. Действующей концентрацией является вероятно количество газа, содержащееся только в липоидах нервной ткани, а не в мозгу в целом. Между тем давления паров должны быть одинаковы, а концентрации поэтому пропорциональны одна другой.

Сила наркотического действия каждого такого газа зависит как от его действующей концентрации в мозгу, так и от его специфической фармакологической эффективности. По теории Мейера-Овертона все наркотики обладают одинаковым специфическим действием; степень этого действия находится следовательно в простой пропорциональной зависимости от их молярной концентрации. Согласно этой теории наркотически будут действовать все вещества с высокой липоидной растворимостью (и с малой растворимостью в воде — ред.) и при соответственно незначительном парциальном давлении. Для всех наркотически действующих газов действие может быть разделено на ряд стадий соответственно увеличению парциального давления газа в легких:

Ниже приводятся в кратком описании эти отдельные стадии наркоза.

При так называемой предстадии наркоза вследствие низкого давления газа в легких и в крови и соответственно низкой концентрации в центральной нервной системе отмечается только нарушение координации при точных движениях и притупление чувствительности. Тонкая работа выполняется с большим трудом, и при этом происходит больше ошибок, чем в норме.

Во время следующей стадии концентрации наркотика в крови немного увеличивается; наблюдается путаница в мыслях и состояние оглушения. Координация мускульных движений уже серьезно расстроена. Отравленный имеет вид пьяного.

Во время третьей стадии — «стадии возбуждения» врачебного наркоза — вследствие более высокого давления газа в легких и более высокой концентрации в мозгу наступает общее возбуждение, которое бывает различной силы. При некоторых наркотических газах это возбуждение может почти или совсем отсутствовать. Причина такого возбуждения при действии многих наркотиков состоит в том, что

прекращается действие функционального контроля и торможения, вследствие чего моторные центры не тормозятся и реагируют сильнее, чем при их нормальной деятельности. Возбуждение у разных людей чрезвычайно различно. Кроме явлений возбуждения некоторые газы, особенно высшие члены алифатического и ароматического ряда, раздражают кору мозга, вследствие чего появляются подергивания и судорогообразные движения мускулов.

Во время четвертой стадии — «переносимой стадии» врачебного наркоза — вследствие наступления еще более высокой концентрации наркотизирующего газа наступает полная потеря сознания и прекращение движения. При наиболее низких концентрациях, вызывающих потерю сознания, мускулы сохраняют свой тонус, а при некоторых наркотиках даже увеличивают этот тонус, который однако при дальнейшем увеличении концентрации падает. Лицо отравленного кажется застывшим и мертвенно бледным. Рефлексы исчезают, одним из последних исчезает рефлекс век при дотрагивании к роговой оболочке.

Конечная стадия наступает тогда, когда концентрация газа в крови достаточна для полного паралича дыхательного центра. Как высоко можно поднять концентрацию газа в крови после наступления потери сознания, не вызывая при этом остановки дыхания, зависит от вида наркотика. У одних наркотиков этот промежуток велик, у других же смерть наступает, когда концентрация, ведущая к потере сознания, увеличена только немного. Смерть наступает вследствие паралича дыхательного центра. Обыкновенно сердце работает еще в течение нескольких минут после остановки дыхания. Исключением из этого правила являются только единичные случаи, особенно для хлороформа и его производных, где при известных условиях сперва останавливается сердце.

Фармакологическая эффективность наркотически действующего газа обуславливается концентрацией, нужной для достижения известной стадии наркоза. Сравнение различных наркотиков обыкновенно делается на основании концентрации их в артериальной крови, потребной для получения потери сознания. При этом отмечается большая разница в силе действия у отдельных веществ. Например потерю сознания вызывает около 0,25 г хлороформа в литре крови; для получения такого же эффекта требуется эфира уже 1 г или этилового алкоголя 2,25 г. Следует отметить, что сравнение наркотиков обычно делается на основании получаемой концентрации их в крови, а не во вдыхаемом воздухе и не на основании их парциального давления в легких.

Важными факторами для действия наркотических углеводов являются как растворимость, так и летучесть.

Мало летучее соединение большей частью обладает только незначительным парциальным давлением, поэтому следует предположить, что при вдыхании оно мало эффективно. С другой стороны, мало растворимое соединение также переходит в кровь только в соответственно незначительной концентрации. Незначительная летучесть и незначительная растворимость следовательно ограничивают действие соответствующего соединения, если оно только не обладает особенной фармакологической эффективностью. Наоборот, высокая летучесть и высокая растворимость какого-либо соединения, даже при незначительной фармакологической эффективности этого соединения как такового, могут быть причиной его значительной силы действия.

Если наркотик имеется в крови в достаточных количествах, то он вызывает глубокий, а при известных условиях смертельный наркоз. Однако при некоторых наркотических веществах благодаря их незначительной растворимости в кровь переходят такие незначительные количества, что отмечается только совсем слабое действие. Например углеводород декан по всем своим фармакологическим признакам должен действовать сильнее, чем пентан; между тем декан растворяется в крови чрезвычайно трудно, а пентан, наоборот, очень легко. Поэтому при вдыхании одинаковых количеств этих газов более слабый пентан действует сильнее, так как вследствие его растворимости в крови он может накопиться в ней в таком количестве, что его более слабое по сравнению с деканом фармакологическое действие компенсируется с избытком. Более высокие члены парафинового ряда вследствие своей нерастворимости совершенно безвредны.

Растворимость обуславливает не только силу, но и характер действия наркотиков. Растворимые наркотики быстро абсорбируются (что более заметно по росту абсолютных количеств, а не процента насыщения), но медленно выделяются. Поэтому их действие продолжительно, как например и у метилового спирта. Скорость испарения одинаковых количеств различных паров из их растворов в воде или в крови обратно пропорциональна их растворимости. Сравнительно нерастворимые наркотики выделяются быстро, так как требуется высокое давление в воздухе, чтобы удержать соответствующие пары в растворе. Роль, которую играет растворимость при абсорбции и выделении газа, была уже выше объяснена.

Летучесть жидкости ставит известные границы концентрации, которую можно получить в воздухе, а следовательно и ее физиологическому действию. Например, давление пара декана при 20° равно 2,7 мм; при этой температуре наивысшая концентрация пара в воздухе равна 3550 ч. на миллион, а при температуре тела — 10 000 ч. на миллион. Ни та, ни другая концентрация не являются смертельными.

В живом организме ход химических явлений слишком сложен, чтобы их, при существующем состоянии наших знаний, можно было бы объяснить исчерпывающим образом. Все же могут быть сделаны известные указания о связи между химическим строением наркотиков и их фармакологическим действием.

Для всех гомологических рядов углеводородов действует закон, что высшие члены фармакологически эффективнее, чем низшие. Так, пропан и бутан, попадая в кровь, вызывают потерю сознания при более низких концентрациях, чем метан или этан; амилен эффективнее этилена. То же самое относится и к соответствующим спиртам. Поэтому токсичность простых спиртов растет, начиная с метилового алкоголя через этиловый, пропиловый и бутиловый до амилового, который является самым сильным в ряду. Аналогично ксилол токсичнее бензола. С другой стороны, с возрастанием гидроксильных групп, как в ряду этилового спирта, гликоля и глицерина, токсичность всегда снижается.

Присутствие карбоксильной группы (COOH) исключает в общем всякое наркотическое действие. Если же водород карбоксила будет замещен алифатическим радикалом, так что получится эфир, то наркотическое действие возвращается, правда — в более умеренной степени. Уксусная кислота не обладает наркотическим действием, этилацетат же является слабым наркотиком. Замена водорода в алифа-

тическом углеводороде галоидом заметно усиливает его действие*. При этом получившееся соединение становится в своем действии менее специфичным и действует и на другие ткани, кроме нервной системы. В некоторых случаях такое соединение вызывает более глубокие изменения и повреждения клеток. Хлороформ (трихлорметан) фармакологически много эффективнее метана и кроме того обладает общим токсическим действием, вызывая изменения в сердечной мышце, печени и почках. Альдегиды жирного ряда действуют наркотически. Кроме того низшие члены раздражают поверхностные ткани дыхательных путей настолько сильно, что наркотическое действие полностью затушевывается.

У некоторых алифатических эфиров наркотическое действие исчезает, так как они содержат более сильно действующие радикалы. Так, этан обладает наркотическим действием, тогда как этилнитрит уже не может быть рассматриваем как наркотик, так как группа $—O—NO$ обладает другим сильным действием, которое отводит наркотическое действие на задний план.

На фармакологическое действие гораздо большее влияние, чем химическое строение, имеют, как указано было уже выше, физические свойства наркотиков, особенно их растворимость. Так как физические и химические факторы наркотиков идут в общем параллельно, то очень часто трудно сказать, что именно имеет большее значение для фармакологического действия: химические или физические факторы. Самым сильным фармакологическим действием обладают углеводороды, мало растворимые в воде и легко растворимые в жирах и жироподобных соединениях. Эта закономерность была доказана Мейером и Овертоном, которые сравнили фармакологическую эффективность различных наркотиков с их относительной растворимостью в жирах и в воде. Токсичность в общем растет вместе с коэффициентом распределения:

$$\frac{\text{растворимость в жирах}}{\text{растворимость в воде}}$$

Теория наркотического действия. Наркотические углеводороды действуют непосредственно на нервную ткань. Благодаря такому специфическому действию развиваются явления наркоза, которые не являются вторичными симптомами и не зависят от изменения жизненных функций, как дыхание и кровообращение. За исключением этого предположения механизм действия наркотических средств является весьма темным вопросом. Из многочисленных теорий нет еще ни одной, которая могла бы дать исчерпывающее объяснение этому действию. Тем не менее эти теории характеризуют господствующие направления, по которым идет разработка вопроса, и поэтому важнейшие из этих теорий здесь приводятся.

1. Клод Бернар и позже Ферворн указывали на сходство симптомов удушья и наркоза. Ферворн держался того мнения, что при наркозе подавляется окислительная деятельность нервных

* В своих работах Н. В. Лазарев (см. Физиологический журнал СССР, Т. XX, вып. 5, 1936), показал, что этот факт объясняется большей растворимостью галоидозамещенных углеводородов в крови и следовательно большим ее насыщением при ингаляции. Если же сравнить эффективность этих соединений с исходными углеводородами при одинаковом содержании в крови, то может получиться обратная картина. *Ред.*

клеток. Такое уменьшение окисления, как и отравление катализаторов, может иметь место при действии углеводов. При таком предположении трудно отличить причину от действия, так как неизвестно, является ли пониженное окисление причиной или следствием наркоза.

2. Мейер и Овертон предполагают, что наркотики действуют на липоиды нервных клеток: они их до известной степени разжижают и тем самым влияют на их отношение к другим составным частям клеток. Нарушение физических условий в клетках ослабляет их деятельность и таким образом развивается наркоз. Данные исследователи доказали, что фармакологическая эффективность наркотиков в общем соответствует их различной растворимости в жирах и в воде.

3. Лилъе предполагает, что изменения при наркозе в общем физического характера и заключаются в сниженной проницаемости клеточных оболочек по отношению к ионам. Когда ионы уже не могут проникнуть в клетку, останавливается жизнедеятельность.

4. Мур и Роф придают значение химическому действию. По их мнению наркотики образуют с белком клеток непостоянные соединения. Если благодаря этим соединениям расстраиваются химические процессы в протоплазме, то наступает наркоз.

5. Имеется еще другое предположение, основанное на анатомической структуре и особенностях соединений между отдельными нервными клетками, или нейронами, — так называемых синапсов. Под влиянием наркотиков эти синапсы между нейронами изменяются в том смысле, что передача импульса от одной клетки до другой затрудняется.

О других теориях наркоза, например об адсорбционной теории Лева и О. Варбурга, см. Winterstein, Die Narkose, 2-е издание, 1926 г.

Во всяком случае установлено твердо, что действие наркотиков направлено на в высшей степени восприимчивую нервную ткань. Неизвестно однако, каким образом они расстраивают функцию этой ткани. Прекращение функций следует в порядке, обратном эволюционному развитию нервных центров различных классов и типов. Поэтому прежде всего и сильнее всего поражаются высшие центры нервной системы, как сознание, произвольные движения и чувствительность. Центры, лежащие более глубоко, а именно центры, управляющие артериальным давлением, дыханием и другими произвольными функциями, затрагиваются позже и только сравнительно высокими концентрациями наркотиков.

Для обычного наркоза характерно, что нервная система, как только кровь освободилась от наркотического вещества, может снова выполнять свою функцию без заметного повреждения. Однако такое отсутствие повреждений является только относительным. Вероятно каждое наркотическое соединение при достаточно долгом воздействии вызывает органические изменения в организме. Такие большей частью незаметно наступающие органические изменения характерны для хронического углеводородного отравления гораздо более, чем непосредственно наркотическое действие. Обычным примером функциональных расстройств, которые со временем переходят в органические перерождения, являются изменения, наблюдающиеся при действии этилового алкоголя, попадающего обычно в организм через желудок, а не через легкие. При действии его с большими промежутками он вызывает каждый раз типичные явления легкого наркоза; иногда один глоток спирта, не нарушая заметно

других отравлений организма, может настолько понизить чувствительность, что исчезает например сильная зубная боль. При опьянении обычно дело не переходит за вторую описанную выше стадию наркоза. После этого наркоза наступает выздоровление без остающихся повреждений. Если же, с другой стороны, поступление алкоголя в организм происходит чаще и известная степень наркоза наступает тоже чаще, то развиваются характерные изменения не только в нервной ткани, но и в других органах, например в печени.

Отдельные наркотики в отношении легкости, с которой могут развиваться эти органические изменения, сильно отличаются друг от друга. Некоторые обладают резко выраженным избирательным действием по отношению к отдельным тканям. Например ароматические углеводороды ведут к изменениям в гемато-поэтической (кровотворной) системе, что проявляется анемией, кровоизлияниями и уменьшением числа лейкоцитов. Алифатические углеводороды вызывают такие незначительные и медленно развивающиеся органические изменения, что трудно даже подыскать среди них пример, вызывающий эти изменения наиболее ясно. С другой стороны, из всех веществ галоидопроизводные алифатических углеводородов вызывают, пожалуй, наиболее тяжелые органические изменения; главным образом их действие распространяется на сердце и на печень. Такие органические изменения могут наступить сравнительно быстро и уже при однократном хлороформном наркозе может иногда наступить смерть вследствие перерождения печени. Алкоголи, особенно метиловый спирт, вызывают органические изменения нервной системы; таким же очень сильным действием обладает сероуглерод. Действие наркотических углеводородов как протоплазматических ядов может служить основанием для их классификации.

Некоторые наркотические газы и пары раздражают поверхностные ткани дыхательных путей. Такое раздражающее действие в иных случаях далеко превосходит наркотическое действие. Особенно это резко выражено у альдегидов, поэтому эти соединения должны рассматриваться скорее как раздражающие вещества, чем как наркотики. Равным образом раздражающим действием обладают алкоголи, вероятно потому, что они отнимают у тканей воду. Низшие члены парафинового ряда не раздражают, высшие раздражают до известной степени. Равным образом действуют эфиры, особенно эфиры органических кислот. При взаимодействии с водой эти эфиры омыляются в спирт и свободную кислоту, продукты гидролиза и действуют раздражающе.

О лечении острых отравлений наркотиками см. раздел: «Лечение газоотравленных». См. также раздел «Применение газов в медицине».

Органические соединения азота, действующие на кровь и кровообращение

К числу наркотических веществ можно причислить также некоторые летучие органические соединения азота, однако у них наркотические свойства выражены неясно. Благодаря их нитро-, нитрозо- и аминогруппам они обладают более сильным и качественно другим действием, чем собственно углеводороды. Все они обладают особенностью переводить гемоглобин крови в метгемоглобин. Кроме того алкильные соединения обладают резким так называемым нитритным

действием, которое выражается сначала в общем расширении сосудов. Аналогично действуют нитрозные пары, однако для них более характерно раздражающее действие и потому они рассматриваются как раздражающие газы. Если не считать отступающего на задний план наркотического действия, органические соединения азота обладают в различной степени двумя различными особенностями: 1) они понижают артериальное кровяное давление (нитритное действие) и 2) они нарушают ассимиляцию кровью кислорода вследствие образования метгемоглобина.

Гендерсон и Хаггард делят все газы и пары, действующие на кровь и кровообращение, на два следующих класса:

1. Вещества, у которых преобладает «нитритное действие», но которые одновременно в известной степени переводят оксигемоглобин в метгемоглобин. К важнейшим соединениям этой группы принадлежат алкилнитриты и нитрозамещенные алкилы.

2. Вещества, действие которых основано главным образом на превращении оксигемоглобина в метгемоглобин, но которые обладают и сравнительно незначительным «нитритным действием». К важнейшим соединениям этой группы принадлежат аминосоединения и ароматические соединения азота.

Нитритное действие. Нитриты обладают резким действием на артерии. Вследствие понижения мускульного тонуса стенок артерий они вызывают расширение сосудов. Это действие особенно резко выражено у таких соединений, у которых группа NO связана с другим радикалом через атом кислорода: $R-O-NO$. К таким соединениям принадлежат алкилнитриты, как например этилнитрит C_2H_5-O-NO . Ближайшая родственная группа нитратов, у которых пятивалентный азот соединен с алкильным остатком посредством атома кислорода, уже не действует на кровеносные сосуды. Некоторые эфиры азотной кислоты, как нитроглицерин, при контакте с органическими веществами восстанавливаются до нитритов, поэтому эти нитраты действуют так же, как нитриты, но медленнее. Нитрозамещенные вещества, у которых азот соединен непосредственно с алкильным остатком, как например $R \cdot NO_2$, действуют на сосуды слабо, что вероятно объясняется тем, что они в тканях отщепляют группу NO_2 .

«Нитритное действие» распространяется непосредственно на сосуды, которые сильно расширяются. Это расширение не зависит от действия на вазомоторные центры. Вследствие расширения артерий кровяное давление падает. Практически все симптомы, развивающиеся после вдыхания нитритов, зависят от падения кровяного давления. Сердечная деятельность ускоряется не вследствие непосредственного действия нитритов, а вследствие упавшего кровяного давления. Примененные в больших количествах нитриты действуют и на сердечную мышцу, результатом чего бывает глухость сердечных тонов. Уменьшающийся вследствие пониженного кровяного давления приток крови к мозгу вызывает головную боль, усталость, а в тяжелых случаях состояние оглушения. В дальнейшем нитриты действуют, аналогично кислородному голоданию, возбуждающе на дыхательный центр. Дыхание становится чаще и глубже, в тяжелых случаях оно, наоборот, замедляется, вместе с тем оно становится поверхностным и наконец останавливается совсем. Наступает смерть от удушья.

О лечении отравления нитритами см. раздел «Лечение газоотравленных».

Метгемоглобин является изомером оксигемоглобина. Оба эти соединения имеют одинаковый химический состав, но различное

строение. Кислорода метгемоглобин содержит столько же, сколько оксигемоглобин (по Никл'у вдвое меньше), но связан кислород в метгемоглобине крепче и не может быть удален из него даже в вакууме. Вследствие стойкости метгемоглобина он не может выполнять нормальных функций гемоглобина по переносу кислорода в клетки тела. Поэтому образование метгемоглобина ведет к удушью тканей.

Если образование метгемоглобина происходит в значительных размерах, то развивается не только необратимое изменение гемоглобина, но происходит также растворение эритроцитов, содержимое которых в растворенной форме переходит в плазму. Поэтому тяжелая анемия может развиваться уже после однократного сильного отравления. Часть метгемоглобина переходит в мочу и придает ей характерную красновато-бурую или шоколадно-бурую окраску. Такая потеря гемоглобина через почки имеет особенно серьезное значение, поскольку она означает уменьшение в организме запасов железа, которое необходимо для образования нового гемоглобина и свежих эритроцитов.

При менее остром отравлении теряется только пигмент гемоглобина, главным образом через выделение его желчью, в то время как главная масса железа остается в организме. При очень кратковременном воздействии не наступает разрушения эритроцитов, гемоглобин при этом частично или даже весь может снова вернуться к своему нормальному составу без того, чтобы возникла надобность в возмещении. По сравнению с полным возвращением к норме эритроцитов после отравления окисью углерода самостоятельное и полное восстановление их после действия азотистых соединений наблюдается только в незначительной степени. Всегда проходит известное время, прежде чем организм возмещает потерю гемоглобина и поврежденных или разрушенных эритроцитов.

Анемия, развившаяся после потери эритроцитов, действует возбуждающе на образование новых клеток в костном мозгу. Поэтому при хроническом отравлении метгемоглобинообразующими газами можно отметить сравнительно большое количество крови с уменьшенным содержанием гемоглобина, низким цветным показателем крови и поступлением в ток крови незрелых форм эритроцитов.

Превращение оксигемоглобина в метгемоглобин наступает только через несколько часов после действия соответствующих газов или паров. Тяжесть явлений отравления при этом зависит от того, как далеко зашло это превращение и разрушение эритроцитов. В случаях легкого отравления моча может оставаться неокрашенной и развивается только легкий цианоз без серьезных явлений асфиксии. При более сильном остром отравлении налицо имеются уже ясно выраженные симптомы асфиксии и кровь принимает шоколадно-бурую окраску; она становится ненормально густой, развивается анемия. Кожа, особенно на лице и на губах, становится синеватой (цианотичной). Мышцы становятся вялыми, наступают коллапс и потеря сознания. Частота дыхания и объем дыхания при скором пульсе увеличиваются. Часто перед смертью развиваются судороги, смерть наступает от паралича дыхания*.

* Здесь кончается перевод избранных разделов книги Henderson-Haggard, Noxious Gases.

Прочие ядовитые газы (металлы, металлоорганические соединения, неорганические соединения)

Кроме описанных выше газов остается разобрать еще одну группу их с кажущимся крайне многосторонним действием. Эта группа включает пары металлов, летучие соединения, в которых металл связан с углеродом или водородом, водородистые соединения некоторых металлоидов, фосфор и органические соединения мышьяка и сурьмы.

Несмотря на большие различия в частностях можно увидеть в явлениях отравления, вызванных этими газами, более или менее общую характерную основу их действия, которое проявляется в повреждении протоплазмы и распространяется на всякую живую клетку.

Протоплазматические яды. Не говоря уже о влиянии состава яда, наблюдаемое в отдельных случаях некоторое ослабление основного действия протоплазматических ядов зависит от далеко зашедшей дифференциации клеток и их функций. Эти яды глубоко затрагивают многочисленные явления, из которых складывается жизненный процесс. При этом развивается ряд расстройств, которые особенно резко проявляются в обмене веществ всего организма. Поэтому протоплазматические яды являются и ядами обмена веществ. Все они ведут рано или поздно к расстройству питания и к отмиранию клеток. Прежде всего при этом дело идет о нарушении процессов окисления. Как и при изменениях красящего вещества крови классическими кровяными ядами, и здесь при действии металлов, мышьяка и фосфора протоплазма лишается возможности усваивать кислород. При этом нарушается равновесие между созидательными и деструктивными процессами в сторону последних и благодаря распаду клеток наступают тяжелые функциональные расстройства. Таким образом отмирание клеток в первую очередь зависит от недостатка в усваиваемом кислороде. Оказывают ли еще какое-либо влияние на жизненные процессы разбираемые здесь яды помимо угнетения окислительных процессов, в точности еще не выяснено. Неоднократно делались указания на расстройства ферментативных и каталитических процессов, затруднения синтезов, ускорение процессов распада.

Разбираемые здесь яды не проявляют своего действия на протоплазму как едкие яды сейчас же и в легко распознаваемом виде, но, как правило, действуют постепенно и сначала незаметно. Обычно первым признаком, указывающим на действие яда на клетку, является нарушение ее функций. Смотря по существующим условиям, по аппликации, распределению, действующей концентрации и природе газа, с одной стороны, и дифференциации и восприимчивости пораженных клеток — с другой, развивается каждый раз та или иная картина отравления.

Примером летучего металла может служить ртуть. При вдыхании ее паров вначале отсутствуют явления, зависящие от местного действия ионов металла. Сильное действие этих ионов проявляется только после резорбции ее током крови и соками организма. Противоположным действием обладают органические соединения ртути. Растворимые в липоидах молекулы этих соединений проникают в неразложившемся виде как наркотики гораздо быстрее до высоко чувствительных клеток нервной системы. Вследствие такого своего избирательного распределения они в первое время вызывают совсем другие явления отравления и только после своего разложения в организме проявляют постепенно типическое металлическое действие.

Еще медленнее развивается действие на организм свинца. Здесь также сперва могут развиваться при действии летучих органических соединений свинца своеобразные, напоминающие наркоз, быстро наступающие явления, которые только затем во второй фазе отравления, уже после изменения соединений вследствие отщепления ионов свинца, переходят в хронически протекающий свинцовый паралич.

При действии мышьяковистого водорода, а также летучих органических соединений мышьяка каксидилового ряда равным образом выражено неясно характерное задерживающее окислительный процесс действие ионов мышьяка. Из первичной картины отравления, совершенно отличной от картины отравления мышьяком, только впоследствии могут развиваться характерные проявления действия мышьяка. Причиной служит то, что означенные производные мышьяка резорбируются гораздо легче и скорее, чем растворимые в воде соединения мышьяка, и кроме того следуют другим законам распределения.

В токсикологическом смысле на мышьяк очень похож фосфор. Оба эти вещества являются сильными ядами для протоплазмы всякой клетки. Элементарный фосфор всасывается сравнительно мало, тем не менее он постепенно нарушает общий обмен веществ и в течение нескольких дней ведет к увеличенным процессам разложения и распада. В противоположность этому легко всасываемый фосфористый водород может в течение короткого времени, при известных условиях уже в течение часа, вызвать смерть вследствие интенсивного токсического действия на нервную систему.

Между этими двумя крайностями можно разместить все отравления, вызванные летучими соединениями металлов (и металлоидов ред.). Картина отравления колеблется в широких пределах в зависимости от преимущественно и в первую очередь поражаемой системы органов. На первом плане обычно проявляются результаты повреждения нервной системы, кровеносных сосудов и собственно крови. От особенностей яда, так же как и от условий, при которых имело место вдыхание его, зависит, приведет ли отравление при быстро нарастающих явлениях к смерти или без предшествующих симптомов постепенно разовьется медленно прогрессирующий процесс отравления.

Наряду с этими типами отравления с продолжительным латентным периодом имеются формы отравления, при которых к первоначальному симптому после известного периода отсутствия явлений (стадии интервала) присоединяются явления собственно отравления металлом.

Американская литература по Гендерсону-Хаггарду

Общая токсикология

Cushny A. R., *Pharmacology and Therapeutics*, New York 1910.

Асфиксия

Haldane J. S., *Respiration* (гл. VI и VII: Effects of Want of Oxygen and Causes of Anoxemia; гл. XIII: Effects of Low Atmospheric Pressures). Yale University Press 1922.

Раздражающие газы

Haggard H. W., *Action of Irritant Gases upon the Respiratory Tract*, J. Ind. Hyg. 5, 390, 1924.

Medical Aspects of Gas Warfare, V. 14 of "The Medical Department of the United States Army in the World War". Government Printing Office, Washington 1926.

Reports of the (British) Chemical Warfare Medical Committee № 1 -20, 1918—1920. H. M. Stationery Office London.

Раздражающие газы в промышленности

Hamilton A., Industrial Poisons in the United States. New York 1925.

Наркотические газы. Теория наркоза

Cushny A. R., Pharmacology and Therapeutics (Раздел о наркозе). New York 1910.

Наркотики в лечении

Blomfield J., Anesthetics in Theory and Practice. Chicago 1923.

Current Researches in Anaesthesia and Analgesia. Offic. Org. of Nat. Anaesthesia Res. Soc., F. H. Mechan. Editor, Avon Lake, Ohio.

Gwathmey J. T., Anesthesia, New York a. London 1924.

Наркотические углеводороды в промышленности

Greenberg, Benzol Poisoning as an Industrial Hazard. U. S. Public Health Service. Report № 1096 in Publ. Health Rep. 1926, 1357, 1410, 1516.

Haggard W. H. Anesthetic and Convulsant Effects of Gasoline Vapor. J. Pharm. a. Exp. Therap. 16, 401, 1920.

Hamilton A., Industrial Poisons in the United States (гл. XXVIII—XXXV). New York 1925.

Hunt R., Toxicity of Methyl Alcohol. Johns Hopkins Bull. 13, 137, 213 (1902).

Peterson., Haines a. Webster, Legal Medicine and Toxicology. Статья Hunt a. Guttler: Non-Alkaloidal Organic Poisons. 2 II изд., B. 2, II, p. 602. Philadelphia 1923.

Winslow, C. E. A. и др. Final Report of the Committee of the National Safety Council on Benzol. Published by National Bureau of Casualty and Surety Underwriters. J. Ind. Hyg. 9, 61 (1927).

Немецкая литература

Монографии и руководства:

Egli-Rüst, Die Unfälle beim chemischen Arbeiten. Leipzig u. Stuttgart 1925.

Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. Braunschweig 1865.

Flury, Heubner, Laqueur, Magnus u. a. Работы по отравляющим веществам, Ztschr. exper. Med. 13 (1921).

Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie. Berlin 1928.

Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene. Bd. 2, Gewerbkrankheiten und Gewerbehygiene. Berlin 1926.

Heffter-Heubner, Handbuch der experimentellen Pharmakologie. Berlin 1923.

Kobert, Handbuch der Intoxikationen. Stuttgart 1906.

Kunkel, Handbuch der Toxikologie. Jena 1899.

Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. 1919 (рус. пер., М. 1923)

Lewin, Gifte und Vergiftungen. Berlin 1928.

Rambousek, Gewerbliche Vergiftungen. Leipzig 1911.

Starkenstein-Rost-Pohl, Toxikologie. Berlin u. Wien 1929 (русский перевод, вып. 1—2, Медгиз, 1931—1933).

Дополнительная литература на русском языке

Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I и II, Госхимтехиздат, 1933—1935.

Правдин, Руководство промышленной токсикологии, вып. 1, Биомедгиз, 1934.

Оценка сравнительной токсичности химических веществ (методика токсометрии), сборник под ред. С. И. Каллуна, Медгиз, 1933.

Койранский, Руководство по профессиональной гигиене, гл. IX и X, Биомедгиз, 1935.

Ведлер, Медицинские вопросы химической войны, ч. I, изд. «На Варт», 1932.

2. Изучение и оценка повреждений, вызываемых газами. Опыты на животных

Наиболее важным вопросом при обсуждении степени опасности газа является выяснение, в каком размере и каким образом этот газ может отразиться пагубно на человеческом здоровье. Все газы, попадающие в организм через дыхание, обладают с качественной стороны

характерной особенностью, которая зависит от того, что все они проникают через легкие обычно независимо от нашей воли и подчиняются особым законам всасывания и распределения. Кроме того играют роль и те особые обстоятельства, которые связаны с проникновением газа в организм в отдельные отрезки времени при вдохах, т. е. отдельными порциями. При известных условиях повреждение развивается очень постепенно, часто незаметно, в течение недель и месяцев. В противоположность отравлениям, вызванным твердыми и жидкими веществами, здесь, как правило, отсутствует возможность определения фактически действовавшей массы яда. Следующим моментом является то, что разбираемые нами яды большей частью невидимы и часто вообще не могут быть обнаружены с помощью органов чувств. Таким образом происходящие в обычной жизни отравления газами вследствие всех этих обстоятельств не могут быть точно проанализированы.

То положение, что только экспериментальные исследования могут дать более глубокий анализ происходящих сложных явлений, обусловило необходимость использовать в качестве неперменного подсобного средства опыты на живых животных. Такие опыты дают единственное и очень важное основание для суждения о газотоксичности данного газа*. По сравнению с опытами на животных, всегда опасные и возможные только в известных границах, эксперименты на людях отходят на задний план.

На этом основании в данной книге подробно описаны также все результаты опытов с животными. Они получают дополнение и расширение благодаря случайным наблюдениям над действием газов на людей. Для исследования действия газов на животных применяются главным образом два следующих способа.

а) Исследование в «неподвижной газовой смеси» (статический метод)

Этот способ имеет преимущество более простой аппаратуры, но не дает абсолютно точных цифр. В возможно более герметичное помещение известного объема вводятся точно измеренные или взвешенные количества испытуемых газов и в нем они смешиваются с воздухом. Для газов это производится с помощью газовых пипеток или бюреток или путем выпуска газа из сосуда, где он находился под давлением, а для паров — с помощью испарения или путем мелкого распыления жидкостей или растворов исследуемых твердых или жидких тел в индифферентных растворителях. Опытные животные находятся уже в помещении до пуска газа или вносятся туда только после.

Для кратковременно длящегося опыта с мышами достаточны колбы, колокола и т. п. вместимостью приблизительно в 10—20 л; для собак и кошек применяют стеклянные камеры объемом приблизительно в 1 м³. Необходимо с помощью вентилятора обеспечить длительное перемешивание воздуха внутри камеры. При самом испытании измеряются температура, влажность, давление воздуха. Аналитический контроль действительно имеющейся в камере концентрации газа обеспечивает достоверность результатов.

Необходимо упомянуть об источниках ошибок этого метода. Потери газа могут иметь место уже при внесении животного в камеру.

* Однако данные, полученные на экспериментальных животных, не могут быть прямо переносимы на человеческий организм. Ред.

Последние при известных обстоятельствах в начале опыта подвергаются также действию слишком высокой концентрации. Далее ошибки могут произойти и при самом составлении газовой смеси в таких камерах. Это может иметь место например при недостаточно мелком распылении мало летучих жидкостей (образование капель), при разделении смеси (опускающиеся вниз частицы), при образовании пара из испаряющихся жидкостей вследствие сильных колебаний скорости пропускаемого через них тока воздуха, при неравномерном распределении и смешивании. Кроме того здесь, как и при всяком методе, возможны потери вследствие разложения, самоокисления, гидролиза вследствие влажности воздуха, адсорбции стенками и шерстью опытного животного, а также вследствие недостаточной герметичности аппаратуры.

В камерах концентрация падает закономерно. Потеря газа при этом тем больше, чем меньше объем камеры, чем больше стенки ее могут адсорбировать газ и чем этот газ легче разлагается. Часто применявшиеся раньше стеклянные колокола, объем которых невелик, непригодны для точных опытов с более крупными опытными животными.

Существуют известные закономерные соотношения между объемом и поверхностью каждого тела: чем больше наполняемый объем, тем меньше относительно ограничивающая этот объем поверхность. Отсюда следует, что в большой камере в общем потери благодаря адсорбции стенками много меньше, чем в малых камерах, особенно за счет лаковой окраски, каучуковых трубок и замазки.

Чем дольше длится опыт, тем значительнее потеря первоначальной концентрации, поскольку камеры никогда не бывают абсолютно герметичными и поскольку вследствие пребывания животного в камере там образуется все большее количество воды благодаря дыханию, а также вследствие выделений животных. Большие потери конечно имеют место в том случае, когда во время опыта камера открывается для помещения и высаживания оттуда животных. Такие потери однако можно сильно уменьшить с помощью устройства шлюзов.

б) Исследование в «динамическом потоке газа» (динамический метод)

При этом методе животные помещаются в особые камеры, через которые пропускается постоянный ток смеси из чистого воздуха и испытуемого газа. Для этого пригодны небольшие камеры, так как воздух постоянно возобновляется. Такая смена воздуха должна быть отрегулирована таким образом, чтобы она соответствовала целям опыта и была достаточна для того, чтобы животные не страдали от сквозняка. К воздуху с помощью соответствующего устройства примешивают точно измеренные количества иодовитого газа или пара [для газов с помощью газометра, для паров через испарение жидкости с помощью особого прибора (гуська)]. При опытах со смесью нескольких газов к току свежего воздуха присоединяют несколько добавочных струй воздуха (с исследуемыми газами — *ред.*). Воздух или просасывается через аппаратуру (т. е. высасывается), или нагнетается, или вводится под давлением с одной стороны и отсасывается с другой. Под контролем включенных манометров подача воздуха регулируется таким образом, что в камере не образуется ни вакуума, ни увеличенного давления. Во время опыта действительная концентрация определяется с помощью анализа. Таким образом динамический метод при одновременном химическом контроле дает самые

надежные результаты, так как имеет сравнительно мало источников ошибок.

Сама техника проведения испытаний с животными не может быть в деталях разобрана в рамках этой книги. Относительно общего монтажа аппаратуры см. рис. 12 и 13.

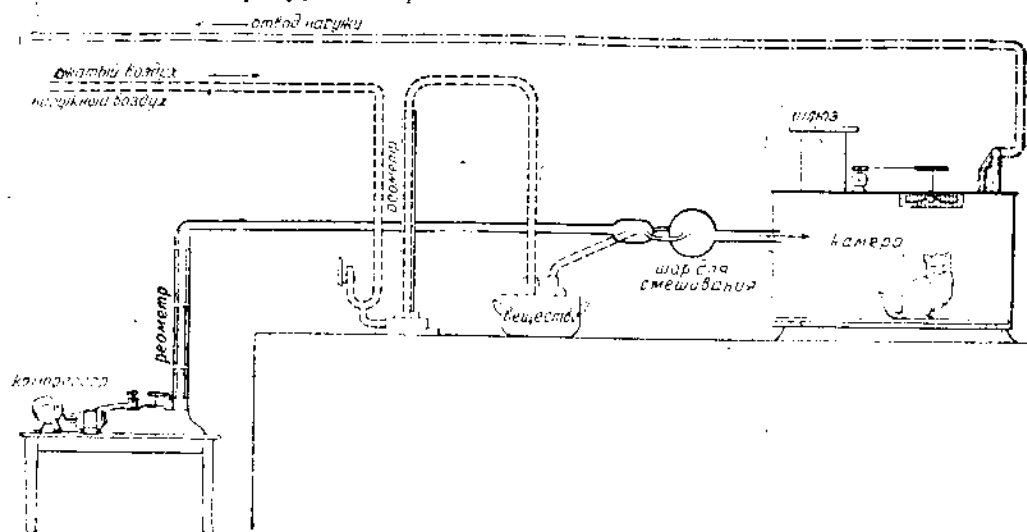


Рис. 12. Установка для динамической заправки для паров.

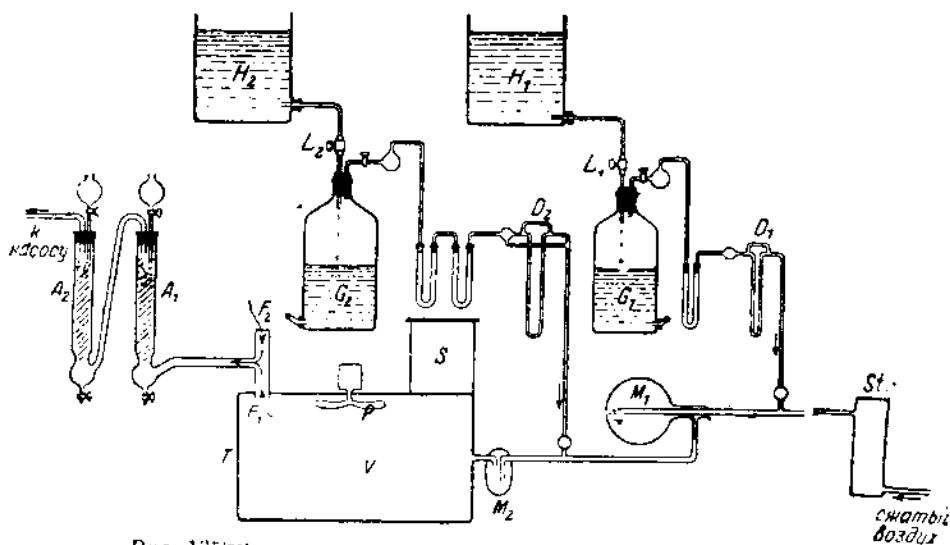


Рис. 13. Установка для динамической заправки для смеси газов (по Вольфгангу Вирту).

Str. — измеритель скорости воздуха; *M* — шары для смешивания; *V* — камера (100 л); *T* — двери для улавливания опытного животного; *P* — пропеллер; *F* — отвод к наружному воздуху; *G* — газометр; *D* — дифференциальный манометр; *L* — регулирующий кран; *H* — запирающая жидкость (насыщенный раствор поваренной соли); *A* — поглощающие колонки; *S* — шлюз для введения животного.

Здесь только следует кратко указать на отдельные важные моменты, из рассмотрения которых станут ясны особые трудности, как проведения опытов с животными с газо- или парообразными веществами, так и анализа полученных результатов.

Прежде всего дело идет о выборе опытных животных. Вопрос идет в первую очередь о так называемых лабораторных животных. Само собой понятно, что эти животные должны быть здоровы и находиться в состоянии нормальной упитанности. Холоднокровные животные непригодны, особенно лягушки и родственные им амфибии, так как их влажная кожа абсорбирует значительные количества газов. Птицы, поскольку они обладают биологическими особенностями дыхания, пригодны только для определенных опытов, и во всяком случае они могут быть использованы в гораздо меньшей степени, чем другие теплокровные, для получения выводов о действии газов на людей. Маленькие птицы, как канарейки, воробьи и т. д., гораздо более восприимчивы, чем человек, к наркотическим и кроющим ядам, например окиси углерода. Они погибают уже при концентрациях, которые для человека едва эффективны (см. раздел «Общая физиология»). С другой стороны, некоторые птицы, как например голуби, исключительно стойки к раздражающим газам, например к фосгену. По отношению к другим газам, например к синильной кислоте, они восприимчивы почти в такой же степени, как кошки.

Из грызунов могут быть использованы кролики, морские свинки, крысы и мыши. Кролики оказывают значительно большую сопротивляемость по отношению к газам, чем кошки; они переносят часто сравнительно большие концентрации раздражающих газов, так как они могут сильно уменьшить свое дыхание благодаря защитным рефлексам. Большое влияние на сопротивляемость этих животных к газам также имеет сухой корм (овсом или зеленом) или введение в организм воды, солей (кальций!), витаминов. Наименьшей чувствительностью к газам отличаются вообще морские свинки, но зато роговая оболочка их глаз чувствительнее к раздражающим веществам по сравнению со всеми другими лабораторными животными. Вообще же не следует приравнивать отдельных грызунов, даже одинакового вида, как белые и серые мыши, так как они дают совершенно различную ответную токсикологическую реакцию. Мыши обыкновенно чувствительнее более крупных грызунов.

Среди остальных теплокровных кошки и собаки являются главными опытными животными. Кошки вообще очень чувствительны к действию газов и совсем не так живучи и выносливы, как это принято думать. У собак, гораздо менее чувствительных, чем кошки, большое значение имеет различие пород и величина тела. Между тем как маленькие животные чувствительнее к газам, чем большие, более молодые оказывают большую сопротивляемость, чем взрослые. Здесь имеет значение также характер корма. Так например обильный корм молоком или мясом может значительно повысить силу сопротивляемости опытных животных. Также и различной густоты волосяной покров имеет значение для поглощения газов. Образ жизни животных имеет влияние на их чувствительность и в особенности к газам, действующим на легкие. Закаленные дворовые собаки и живущие на свободе кошки легче переносят отравления газами, чем комнатные животные. Применение обезьян для целей опытов не представляет особых преимуществ. Доказано, что они по своему отношению к ядам ни в каком случае не стоят ближе к человеку, чем другие животные, и главным образом собаки.

Количество попавшего в организм газообразного яда зависит прежде всего от объема дыхания, который у животных не представляет постоянной величины. Этот объем зависит от индивидуальных факторов, от величины или поверхности тела и от состояния живот-

ного во время опыта (спокойствие, произвольная задержка дыхания, попытки к бегству, состояния возбуждения). Некоторые вещества, как например углекислота и эфир, значительно усиливают дыхание, вследствие чего легкие принимают гораздо большие количества этих веществ. Кроме того надо принять во внимание, что у многих газов только часть введенного в организм количества действительно принимается и поглощается легкими, остальная же часть или остается в верхних дыхательных путях или удаляется из тела при выдохе. Дышащие часто (и поверхностно — ред.) животные поглощают сравнительно меньше газа, чем дышащие медленно (это особенно наблюдается у человека). Количества принятого организмом газа определяются следующим образом: исследуется количество данного газа в принятом и выделенном через дыхание воздухе. Из разности получается количество газа, поглощенное в единицу времени. Метод этот для технически важных газов подробно разработан К. Леманом; кроме того существуют многочисленные исследования в отношении наркотиков. (Литературу см. в K o s c h m a n n в руководстве Heffter, *Handbuch der experimentellen Pharmakologie*, Bd. 1, 1923.)

Как указывалось уже выше, в противоположность отравлениям через подкожное введение или при введении яда в желудок, при испытаниях с газами нельзя определить точную дозу вводимого в организм яда.

Точная дозировка возможна только в том случае, если измеренное количество газа проводится из сосуда через трахею прямо в легкие. При этом однако следует так же точно определить и выдыхаемое количество газа, так как все количество газа не может быть сразу резорбировано. Вследствие своей сложности прием этот редко применяется. При большинстве токсикологических исследований газов точное абсолютное количество вдыхаемых газов не может быть точно определено. Для практических целей однако достаточно определить поглощенную вдыханием концентрацию и время вдыхания. В данных более старой литературы мало внимания уделено фактору времени, что делает эти данные мало ценными. Для сравнения действия яда различных газов очень целесообразно брать в основу произведение концентрации газа c и времени вдыхания t (Габер). Эта величина ct соответствует известным количествам газов (в отдельных случаях не точно определенным) и заменяет обычный показатель введенной дозы. Можно для примера показателем c обозначить число миллиграммов ядовитых веществ, заключенных в 1 м³ вдыхаемого воздуха, а показателем t — время в минутах, в продолжение которого поглощается через вдыхание воздух, содержащий c . При этом для практических целей величина дыхания животных может не приниматься во внимание. Другие авторы берут для произведения ct другие показатели. Так например Гендерсон и Хаггард обозначают концентрацию c в частях на миллионы, а время в часах.

По формуле $ct = W$ с достаточной точностью определяется сила действия газа в пределах известных концентраций. Многочисленные опыты показали, что для раздражающих газов типа фосгена это произведение ct представляет приблизительно постоянную величину. Так, для кошек произведение $ct = 450$ соответствует минимальной дозе, которая может действовать смертельно, т. е. кошки могут погибнуть (что впрочем не является безусловным), после 10-минутного дыхания в атмосфере, содержащей 45 мг фосгена в 1 м³, а также при экспозиции в 45 мин. — при концентрации фосгена 10 мг в 1 м³. В ряде опытов, в которых многие животные подвергались одновременно при одинаковых условиях действию ядови-

тых газов, случалось, что некоторые животные выживали, а другие погибали. Поэтому для точного определения произведения ct следует произвести ряд сравнительных опытов. Благодаря этому можно исключить случаи, когда смерть является не только следствием действия газов, но вызвана какими-нибудь незаметными заболеваниями животного или какими-либо другими особыми условиями. Поэтому гораздо большее значение имеет определение максимального значения ct , чем определение минимального показателя смертельного отравления. Для раздражающих и не переходящих в кровь газов, действие которых ограничивается главным образом тканями дыхательных органов, достаточное для смертельного действия произведение ct является постоянной величиной и остается постоянным и тогда, когда меняются отдельные факторы — концентрация и время действия. Этого нельзя сказать о газах, действующих на кровь и на другие органы тела, как например о синильной кислоте, окиси углерода, наркотических газах. Эти соединения или выделяются неизменными или обезвреживаются, т. е. связываются в организме. При вдыхании наркотиков продолжительность действия по отношению к вдыхаемой концентрации отходит на задний план. Действие таких газов зависит главным образом от вдыхаемой концентрации. Концентрации, лежащие ниже токсических или вызывающих наркоз, часто производят повреждения только после очень продолжительного вдыхания.

В таких случаях большие количества яда, которые при более высоких концентрациях быстро влекут за собой смертельное отравление, переносятся при известных условиях без значительных повреждений. Следовательно соответствующее смертельному отравлению произведение ct такого газа непостоянно и при небольших показателях ct оно может быть бесконечно большим. Поэтому это произведение без указания концентрации c не имеет никакого значения.

Следует обратить особое внимание на то, что приведенные в литературе числовые характеристики произведения ct отнюдь не являются абсолютным определением токсического действия данного газа. Это произведение относится только к определенным условиям опыта и только к данным опытным животным и никак не может переноситься схематически на другие условия опыта. Еще менее возможно относить их на другие породы животных, как например от мышей на крыс, от морских свинок на кроликов, от морских свинок или кроликов на кошек, от кошек на собак или от мышей на больших животных, уже не говоря о человеке. Часто например указывают, что вышеупомянутый минимальный показатель смертности при фосгене у кошек $ct = 450$ относится без разбора ко всем животным, даже к человеку. Это крайне ошибочно *. Точное определение токсич-

* При всех ограничениях, которые выдвигаются авторами для применения формулы Габера, она все же с их точки зрения заслуживает практического использования. Между тем при ближайшем рассмотрении она оказывается принципиально несостоятельной, ибо реакция организма на высокие концентрации нередко является не только в количественном, но и в качественном отношении отличной от реакции на малые концентрации, и пропорциональное удлинение экспозиции не может служить в последнем случае достаточной компенсацией. Не вдаваясь в подробное изложение всех причин этого интересного явления, мы сойдемся лишь на одну из этих причин. Растворение и нейтрализация паров слизистыми оболочками верхних дыхательных путей, как правильно указывают Гендерсон и Хаггард (см. стр. 103), при низких концентрациях и длинных экспозициях выражены относительно гораздо больше, чем при высоких концентрациях и коротких экспозициях. В результате при одном и том же ct мы получаем в первом случае более низкий эффект, чем во втором. Ред.

ности для газообразных ядов является делом гораздо более трудным, чем для прочих ядовитых веществ. Как это видно из целого ряда опытов, показатели токсичности колеблются в известных границах вокруг средних цифр, величина которых зависит от получающихся после каждого опыта статистических сравнительных данных. Это подтверждается классическими примерами обширной медицинской литературы о летучих наркотиках. Из технически важных газов до-

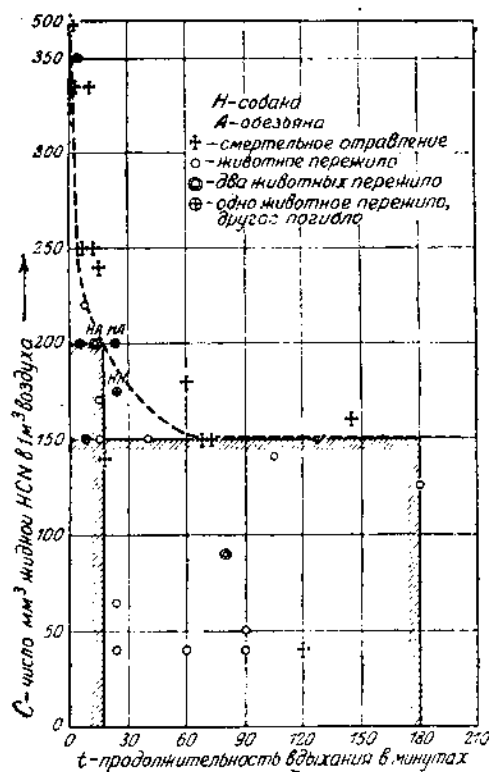


Рис. 14. Синильная кислота (опыты на кошках, собаках, обезьянах). [По Flury, Zeitschr. exper. Med., 13 (1921)].

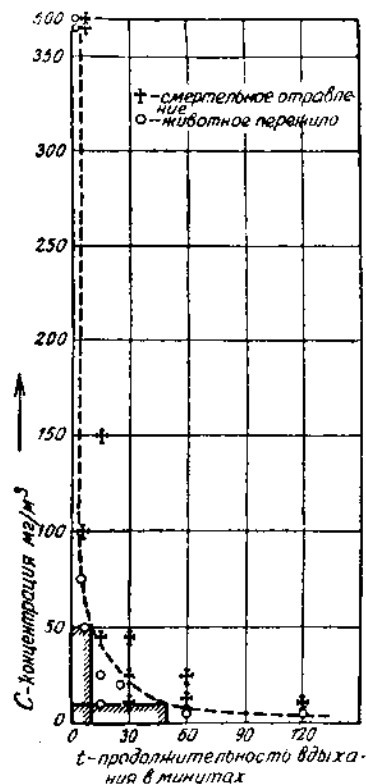


Рис. 15. Фосген (опыты на кошках). [По Flury, Zeitschr. exper. Med., 13 (1921)].

статочно изучены до сих пор в количественном отношении только немногие и главным образом окись углерода.

Действие ядовитых газов представляется наглядно, если найденные опытами показатели ct передать графически, как это показано на рис. 14 и 15. Для раздражающих газов получаются асимптотические кривые, для газов же типа синильной кислоты вследствие «фактора обезвреживания» а получаются кривые, соответствующие показателю:

$$W = (c - a) \cdot t.$$

Сравнение действия ядовитых газов имеет в известных случаях большое практическое значение. При применении различных газов для технических целей, например в виде растворителей или при борьбе с вредителями, возникает часто вопрос, какому веществу отдать предпочтение. Вопрос разрешается так же, как при

испытании лечебных средств*. В обоих случаях следует руководствоваться двумя требованиями: статистическим после достаточного количества отдельных наблюдений и экспериментально критическим, предъявляемым всякому научному опыту и заключающимся в планомерном испытании при наглядных, равномерных и возможных для воспроизведения условиях; при этом представляется свободный целесообразный выбор этих условий. Так же как это практикуется при клинических испытаниях лечебных средств, только после анализа действия на животных можно осторожно начинать применять на практике летучие соединения, важные с точки зрения технической. Только в новейшее время это основное положение приобретает обширную почву в промышленности и хозяйстве.

Из вышеизложенного очевидно, что мы не можем сравнивать без всяких оговорок различные газы в отношении их ядовитости. Такое сравнение допустимо только до известной степени среди одинаково действующих групп газов, например для местно раздражающих газов, которые ведут к смертельному отравлению вследствие отека легких. Однако и здесь отмечаются очень большие различия как в отношении силы, так и в отношении качества (характера) раздражения, которые могут быть твердо установлены сколько-нибудь надежно только после опытов с людьми, причем необходимо, конечно, для опыта тщательно выбрать этих людей и начать с минимальных концентраций. Опыты на животных здесь дают совершенно недостоверные результаты, поскольку главное значение имеют субъективные ощущения. Для резорбтивно действующих газов равным образом сравнение возможно только в случае наличия одинакового типа действия, лучше всего в гомологических рядах, например у наркотически действующих углеводов и их простых производных, как галондопроизводных и эфиров. Но и здесь при сравнении могут возникнуть трудности, поскольку наряду с основным действием может иметься и побочное действие, как например местное раздражение, изменения в крови или вторичные явления вследствие разложения этих веществ в организме.

Сам по себе биологический опыт не во всех случаях может дать исчерпывающие данные для суждения о технической безопасности того или иного вещества. Это можно иллюстрировать примером. Среди технических растворителей большую роль играют хлорированные углеводороды. При применении их на практике чаще наблюдаются отравления от менее ядовитых, но зато более легко испаряющихся веществ, и с другой стороны, часто более ядовитые вещества оказывались более безвредными, так как во время работы их пары вдыхались только в незначительной концентрации. По мнению Лемана** в таких случаях необходимо обращать внимание не только на относительную теоретическую ядовитость, выраженную в миллиграммах на литр, но и на относительную степень испарения и летучесть. Он предлагает оценивать продукт с точки зрения двухфазной токсичности, зависящей как от теоретической токсичности, так и от летучести. Поэтому например двухфазная токсичность яда А, который в три раза токсичнее, но вдвое менее летуч, чем яд В, на практике будет только в полтора раза токсичнее, чем последний.

Определение острого токсического действия газа гораздо легче, чем установление возможности развития хронического отрав-

* Von den Velden u. P. Wolff, Handbuch der praktischen Therapie, Bd. 1, S. 167; Loewe S., Prüfung der Arzneiwirkung, Leipzig 1926.

** Lehmann K. B., Arbeits- und Gewerbehygiene, стр. 135, Leipzig 1909.

вления при длительном и часто повторяющемся воздействии незначительных концентраций. Опыты на животных могут здесь дать только первую ориентировку. Как раз самые легкие случаи отравления, которые в токсикологической, особенно в промышленно-гигиенической практике играют самую важную роль, а именно едва ощутимые расстройства человеческого здоровья, только в виде исключения могут быть констатированы на основании опытов с животными. Не говоря уже о трудности в постановке опытов с такого рода хроническим воздействием, исключительное разнообразие индивидуальной способности к реакции человеческого организма представляет огромные затруднения для ответственного решения. Относительно еще совершенно недостаточно исследованных хронических отравлений, вызываемых газами, см. соответствующие разделы в специальной части, например «Окись углерода», «Бензол» и др.

Появляющиеся ежедневно новые вопросы, так же как и старые, еще далеко не разрешенные проблемы, требуют тесной и вдумчивой совместной работы биологических, медицинских и технических кругов.

При этом нужно иметь в виду, что, с одной стороны, о живом организме нужно судить в целом, обращая внимание на многочисленные отдельные функции организма. С другой стороны, нужно помнить о многообразии качеств, которые соединяет в себе каждый химический продукт. Сюда же следует прибавить чрезвычайно меняющиеся условия при употреблении такого рода веществ и при освоении их в технике. Следовательно неясности и трудности при решении вопроса возникают не только в одной биологической области. Только при правильном обсуждении и взвешивании всех обстоятельств можно подойти ближе к решению возникающих каждый раз вопросов, насколько это позволяет современное состояние научной мысли.

3. Заболевания, вызываемые вдыханием пыли

Пылью называются мелко раздробленные твердые тела, которые могут находиться в воздухе более или менее долгое время и таким образом попадать в дыхательные органы. Очень мелкая пыль, как космическая (метеорная) пыль, вулканическая пыль и пыль пустынь, может переноситься с воздухом на большие расстояния. С точки зрения физической химии пылевые частицы являются так называемыми грубыми дисперсоидами: их диаметр превышает $1 \cdot 10^{-4}$ см.

Ежедневное попадание в организм незначительных количеств пыли при дыхании неизбежно, но вследствие самоочищения и защитных приспособлений это не отражается на здоровье заметным образом. Если количество пыли колеблется в нормальных границах, то можно говорить о физиологическом вдыхании пыли.

Вредности, вызываемые пылью вследствие развития техники и транспорта, непрерывно возрастают, так что борьба с пылью должна привлекать к себе все большее внимание. Все же заболевания, вызванные вдыханием пыли, сравнительно редки, так как организм обладает многочисленными защитными приспособлениями и в подавляющем числе случаев вдыхаемые пылевидные вещества являются токсикологически индифферентными. Организм защищается от проникших в него частиц с помощью фильтрации в верхних дыхательных путях и с помощью защитных рефлексов, главным образом чихания и кашля. Благодаря вихревым движениям воздуха значительная часть пыли достигает стенок верхних дыхатель-

ных путей, где пыль удерживается на слизистых оболочках и удаляется наружу частью с помощью мерцательных движений (волосков эпителия дыхательных путей — ред.), частью вместе с секретом при кашле, чихании и сморкании. Часть пыли попадает в пищеварительный канал при глотании. В глубокие участки легких попадает поэтому только очень незначительное количество пыли. Наконец оставшая часть пыли попадает в клетки (пылевые клетки, лимфоциты, фагоциты) и частью через лимфатические сосуды дыхательных путей попадает внутрь организма, а частью выводится наружу с помощью мерцательного эпителия. Наружу может быть выведена, по крайней мере частично, даже пыль, попавшая в легочные альвеолы, что происходит с помощью блуждающих, так называемых пылевых клеток. Однако такое самоочищение легких имеет свои границы и не может иметь места, если в течение долгого времени вдыхаются значительные количества мельчайшей пыли. При этом легкие насыщаются все больше и больше данным веществом. Дальнейшая судьба пыли, попавшей в легкие, зависит от ее природы. Химически индифферентная нерастворимая пыль, как правило, вызывает только незначительные расстройства здоровья.

Решающим фактором для поражения, вызываемого пылью, является ряд условий, в первую очередь зависящих от специфических свойств ее, т. е. от ее химического состава и происхождения. На этом основании действие пыли можно разделить на: 1) механическое, 2) химическое, или токсическое, 3) инфекционное действие, вызываемое минеральной, растительной, животной пылью и смесями механически действующих различных ее видов*.

По своей вредности все виды пыли можно разделить (но только на основании опытов с животными) на различные группы (Лубенau):

1) наиболее вредные: руды, томасшлак, бронза, шамот, известковый шпат, доломит, дерево, слоновая кость, табак, пенька, зерно;

2) менее вредные: фаянс, цемент, стекло, уличная пыль (деревенская), глинистый сланец, галмей, пыль мукомольных мельниц;

3) относительно безвредные: гранит, мрамор, гипс, кирпич, кожа, бумага, войлок; особенно безвредна угольная сажа.

Эту классификацию однако следует переносить на человека с осторожностью. Наиболее вредной для человека является кварцевая пыль.

При заболеваниях, вызванных вдыханием пыли, нужно всегда иметь в виду возможность одновременного действия механических, химических и биологических (бактериальных) факторов.

Пыли из различных химических соединений образуют особенно многочисленную группу. Здесь может идти речь о бесчисленных веществах в зависимости от различных производств, о которых здесь нет возможности говорить подробнее. Наряду с химическим составом играет важную роль, если не в одинаковой степени, как при других видах пыли, внешняя особенность пыли, например степень ее размельчения, больше же всего растворимость и зависящая от этого всасываемость.

Уже пыль индифферентных солей, даже сахара, может быть причиной значительных заболеваний полости рта, зубов, десен и сли-

* Авторы вероятно имеют в виду как занос инфекции с пылевыми частицами или инфицирование пылью из микробных тел, так и создание предпосылок для внедрения инфекции благодаря механическому или химическому повреждению тканей. Ред.

зистой оболочки носа. Нередки явления отравления, вызванные пылью соединений тяжелых металлов. Важнейшим тканевым ядом является свинец. Дальнейшим примером являются заболевания, вызванные магнием, хромом, ванадием. Следует упомянуть также лихорадку литейщиков от цинка и заболевания от пыли искусственных удобрений, прежде всего томасшлака, цианамид кальция (азотистая известь) и хлористого кальция. Соединения бария, особенно перекись бария, вызывают паралич конечностей, сердца и позывы к рвоте.

Ультрамарин вызывает отрыжку «тухлыми яйцами», головную боль и может в отдельных случаях вызвать смертельное отравление. Остальные минеральные краски также не безвредны, особенно опасной является швейнфуртская зелень и другие краски, содержащие мышьяк.

Поскольку при отдельных химических действиях пыли речь идет о вполне определенных химических веществах, о них говорится в специальной части при разборе соответствующих соединений.

До сих пор еще спорно, обладают ли химическим действием трудно растворимые минералы и силикаты.

При вдыхании угольной пыли, а также пыли металлических соединений, например английской красной краски, вызывающей «красное железное легкое», химическое действие несомненно играет роль. Подобно тому как горняки вдыхают обыкновенную пылевую смесь — уголь вместе с пылью пород — так и рабочие, имеющие дело с железом, одновременно вдыхают уголь. Металлисты часто вдыхают вредную пыль шлифовальных камней. Вследствие всего этого диагноз заболевания может быть часто затруднен.

Из минеральных видов пыли следует прежде всего указать на пыль таких минералов и пород, как мрамор, глинозем, каолин, кварц, гипс, тальк, корунд, шифер, и на многочисленные силикатные породы (гранит, гнейс и т. п.). Кроме того сюда же относятся получаемые отсюда материалы, как цемент, фарфор, стекло, шлаки, эмаль, наконец металлы и металлические соединения, окись железа, сплавы и уже упомянутые выше минеральные краски. Гематит (красный железняк) ведет к явлениям раздражения воздухоносных путей, одышке и расширению легких (эмфиземе — ред.).

Согласно более старым воззрениям во всех этих случаях на первом плане стоит механическое раздражающее действие инородных тел. Остроконечные и плотные частицы должны сильнее действовать, чем округленные и мягкие. Мелко расщепляющаяся порода, например кварцевая пыль, песчаник и пыль раковин, опаснее, чем фарфоровая пыль; мягкий графит относительно безвреден. Удельный вес также играет некоторую роль, тяжелые вещества в общем опаснее легких.

С другой стороны, угольная пыль, поскольку при этом не вдыхается другая пыль, например каменистая, не вызывает серьезных заболеваний.

Из органических соединений следует упомянуть о пыли щавелевой кислоты и ее солей, о бензойной кислоте, салициловой кислоте, нафталине, нафтоле, нафтенowych кислотах, об органических соединениях азота, о хлорированных нитропроизводных, причем особенно следует остерегаться акридина и дианзидина. Сюда же принадлежат металлоорганические соединения, включая органические соединения мышьяка и сурьмы, среди которых находятся сильнейшие известные до сего времени раздражающие вещества. Дальнейшую группу образуют алкалоиды, особенно вератрин, эметин, морфий, хинин, затем сапонин и вещества кардолового ряда. По отношению

к некоторым видам пыли, например к рвотному корню, может развиться очень тягостная идиосинкразия.

Вдыхание пыли растительного или животного происхождения вызывает заболевания особого рода, поскольку здесь соединяются механическое и химическое действие с инфекционным и аллергическим действием, т. е. своеобразными биологическими факторами.

О растительной пыли вопрос прежде всего идет при переработке пищевых и вкусовых средств, лекарственных и технических материалов. Все волокнистые виды пыли остаются в верхних дыхательных путях и вызывают сильное раздражение. Сюда принадлежат различные виды сырья, промежуточные продукты, вспомогательные и готовые изделия на мельницах, в табачной промышленности, аптеках, деревообделочной промышленности, на кожевенных заводах, в текстильных предприятиях, например в прядильных, ткацких, даже на бумажных фабриках, на сортировках тряпья, на пуговичных фабриках, в токарных и т. д.

Образующаяся здесь пыль получается из зерна, муки, семян, фуража, табака, аптекарских товаров, дерева, коры, хлопка, пеньки, льна, джута, тропических волокнистых растений, орехов, тряпок, искусственной шерсти.

К растительной пыли часто примешаны опасные примеси различных грибов (*аспиоусес*), а также вещества животного происхождения, как части насекомых, клещей и т. п. Вдыхание пеньковой или льняной пыли вызывает например лихорадку чесальщиков, причем известную роль играет действие цветочной пыльцы. О различных заболеваниях, вызываемых цветочной пыльцой, см. абзац «Астма после вдыхания пыли».

Пыль животного происхождения может получаться при обработке волос, шерсти, конского волоса, щетины, коконов, перьев, рогов, черепахи, перламутра, раковин, китового уса, слоновой кости, костей, кораллов, в волосной промышленности при изготовлении щип, кистей, щеток, в различных отраслях текстильной промышленности, на фабриках искусственной шерсти и на сортировках тряпья.

Во всех этих случаях развитие пневмокониоза (фиброзного уплотнения легкого) в узком смысле слова наблюдается редко; с другой стороны, рабочие при этом часто страдают заболеваниями верхних дыхательных путей.

Материалы животного происхождения часто бывают причиной очень тягостных аллергических заболеваний. Однако особенно опасны определенные, серьезно угрожающие жизни инфекции, например сибирская язва.

Как и при газовых смесях, так и при вдыхании пыли приходится иметь дело с различными составными частями ее. При этом можно подходить к определению получаемых заболеваний с различных точек зрения. Можно считать установленным, что во всех таких случаях совершенно однородный материал вдыхается крайне редко.

Обычная уличная пыль состоит из различных органических и неорганических составных частей в самых разнообразных соотношениях; в состав ее входят частицы строительных материалов, средств транспорта, экскременты людей, животных, частицы от разного рода предметов обихода, частицы земли, камней, подков, металлов, смолы, асфальта, каучука и его сурогатов, копыт, сажа, уголь, навоз, например лошадиный, бумага, частички материй от платья, частички растений, например цветочная пыль, древесная шерсть, со-

лома, упаковочный материал, волосы, чешуйки кожи, насекомые, микроорганизмы, бактерии и разного рода возбудители болезней. Как правило, неорганические составные части преобладают. Меньше всего пыли дают асфальтированные улицы.

Относительно количества пыли, которое находится в воздухе при различных условиях, имеются многочисленные исследования. По самой сущности дела выходит, что здесь нельзя установить никаких закономерностей, а только известные отправные точки для определения и сравнения.

Особенно много пыли бывает в центрах уличного движения, в больших городах и промышленных районах.

Воздух городов, как правило, содержит больше пыли, чем воздух деревень. Тиссандье нашел в Париже после дождя 6 мг пыли в 1 м³ воздуха, при сухой погоде 23 мг; в деревне соответствующие количества равнялись 0,25 мг и 3—4,5 мг. Воздух больших городов неоднократно исследовался на содержание в нем пыли. 1 см³ такого воздуха содержит 50—200 тыс. частичек пыли; человек одним вдохом вводит в дыхательные органы таким образом 25—100 млн. частиц пыли.

Состав пыли внутри домов и жилищ отличается от состава уличной пыли. В жилых комнатах находят пыль в количестве 1—2 мг, в спальнях 8—10 мг. В рабочих помещениях, например на плохо вентилируемых цементных заводах и табачных фабриках или прядильных для конского волоса, после работы пыль находится в воздухе в количествах до 100 или даже до 200 мг. При особо неблагоприятных условиях количество это может достигать даже 100—1000 мг. Исключительно высокое содержание пыли в воздухе было констатировано на цементных заводах (до 1720 мг/м³) и в бункерах военных кораблей при погрузке угля (до 2289 мг/м³) (Дирксен). Согласно Леману содержание пыли в воздухе промышленных заведений выше 30 мг должно уже считаться вредным.

На высоких горах количество пыли в воздухе незначительно. На горе Риги например в 1 м³ воздуха было обнаружено только 200—300 частиц пыли. На море практически пыли нет совсем. Каждое место имеет пыль особого состава; особенно это имеет важное значение для мастерских и фабрик. Из технических пылевых смесей особенно вредной считается пыль шлифовален, которая всегда состоит по меньшей мере из двух веществ: из шлифующего материала (наждак, пемза, стекло, окись железа) и из обрабатываемого вещества (дерево, металл, камень, стекло). Все сырые материалы животного или растительного происхождения обычно содержат примеси в виде пыли. В рудниках, как правило, также всегда имеется пылевая смесь, состоящая, с одной стороны, из угля, руды, а с другой — из породы; то же самое наблюдается при производстве искусственных продуктов и обработке отходов, как например бумаги, текстиля, красок, искусственного рога, керамических продуктов, глазури, удобрений, тряпья, мусора.

Вопрос о том, сколько вдыхаемой пыли доходит до легких, изучался неоднократно.

Это количество кроме всего прочего зависит от величин частиц пыли. По американским исследованиям (Никольсон, Дринкер) в альвеолы попадают только частицы, имеющие незначительный диаметр, а именно 10 м. Чем мельче пыль, тем больше она проникает в легкие (Г. Зейлер у Лемана). Отправные точки для определения этого количества получены благодаря исследованиям школы

Лемана. Зюссман при измерении величины или длины отдельных частиц пыли определил в среднем величину их от 7 до 25 μ , а минимальную величину 1—3 μ . Можно считать, что в общем до легких доходит самое большее половина вдыхаемой пыли. Большая часть ее задерживается в верхних дыхательных путях, в трахее и в бронхах, причем 50% этой пыли задерживается уже в полости носа (Гфререр) и до 15% в полости рта. Только очень незначительная часть пыли проникает в альвеолы. Выдыхаемый воздух содержит крайне ничтожные количества пыли (Леман). Однако при многолетней работе в легких может осесть значительное количество пыли, например в легких каменотесов и углекопов до 10 г пыли пород, у рабочих на золотых россыпях даже более 20 г.

«Нормальное» содержание угля в легких колеблется между 0,03 и 0,2% сухого остатка, у углекопов это содержание повышается до 1%.

Заболевания, вызванные вдыханием пыли, принадлежат к самым трудным областям медицины и могут здесь быть разобраны только вкратце. Относительно многочисленных теорий об их возникновении нужно сослаться на крайне обширную медицинскую литературу. Легкие воспаления и катарры верхних дыхательных путей встречаются чрезвычайно часто. В этих случаях вдыхание пыли дает предрасположение к простуде и инфекции. Часто отмечаются также заболевания слизистой оболочки носа (атрофия), эрозии, изъязвления, вызванные вдыханием пыли цемента, стали, различных химических материалов, особенно хроматов. Хронические катарры, зависящие от вдыхания пыли, как правило, ведут к бронхитам, а часто и к заболеваниям легких. Острые заболевания вследствие вдыхания пыли могут быть клинически разделены на: 1) острые пневмонии (воспаления легких); 2) хронические кониозы; 3) астмоподобные заболевания. Воспаление легких, так же как и предрасположение к нему, может быть вызвано вдыханием любого вида пыли. Известно частое развитие бронхопневмонии вследствие вдыхания пыли определенных искусственных удобрений, особенно едкой извести в измельченном томашлаке и пыли бурого железняка. Заболевание начинается часто уже через несколько часов лихорадкой, ознобом, одышкой и протекает, как обычные пневмонии.

Хронические заболевания вследствие вдыхания пыли. Результатом накопления в легких пыли являются «пыльные легкие». Однако не во всех случаях они ведут к заболеваниям. Заболевания легких от пыли в узком смысле слова называются пневмокониозами. Эти заболевания протекают часто в течение ряда лет без жалоб и без клинических явлений. К числу таких заболеваний причисляют антракоз, который развивается вследствие накопления в легких угольной пыли, сажи и т. п., причем легкие в большей или меньшей степени окрашиваются в черный цвет. В легких случаях антракоз не ведет к явным расстройствам здоровья, при тяжелых же случаях с течением времени отдельные части легких становятся плотными, безвоздушными и узловато утолщенными. В дальнейшем развиваются очаговые заболевания, включая распад и некроз отдельных участков легких. Тяжелые случаи обыкновенно заканчиваются местной пневмонией или туберкулезом.

Другого рода заболеванием является халикоз или силикоз. При отложении в легких кварцевой, песчаниковой пыли, пыли талька, глинозема и каолина и т. п. могут развиваться, как и при антракозе, очаговые воспалительные процессы хронического характера.

Легкие, с одной стороны, становятся плотными, утолщенными вследствие образования узлов и часто настолько твердыми, что с трудом могут быть разрезаны; с другой стороны, они увеличиваются вследствие образования пустых пространств и вздутых участков (эмфизема, бронхоэктазии). По мнению Уоткинса-Пичфорда заболевания вследствие вдыхания пыли вызываются не крупными частицами кварца, а только наиболее мелкими, диаметром 1—12 μ . Таким образом дело идет только о действительно попавших в легкие частицах, которые едва достигают величины бактерий. Причиной пневмокониоза является не твердость, угловатость или острота этих частиц, а их активное химическое действие. Сам кварц крайне медленно поглощается фагоцитами, но одновременно вызывает их отмирание. Мертвые клетки блокируют лимфатические пути и ведут к фиброзу легких (Баадер).

Другими формами кониозов являются: сидероз рабочих, работающих с железом, причем легкие заполнены красной окисью железа или темными его соединениями, алюминоз, вызываемый алюминиевой пылью, и редкий табакоз от вдыхания табачной пыли.

Ввиду того что обычно, как уже было указано, вдыхается пылевая смесь, то среди заболеваний, вызванных вдыханием пыли, отмечаются многочисленные смешанные формы.

Распознавание и ход заболеваний, вызванных вдыханием пыли. Часто очень трудно поставить на живом человеке с достоверностью диагноз хронического заболевания, вызванного вдыханием пыли. В течение долгого времени нередко отсутствуют ясные субъективные ощущения, а обычные врачебные методы исследования с помощью аускультации и перкуссии не дают никаких результатов. Обычно также отсутствует притупление, только довольно часто можно отметить эмфизему. Во многих случаях только исследование с помощью рентгеновых лучей помогает поставить диагноз, хотя получаемые таким образом результаты не следует переоценивать. Клинические явления часто не находятся в связи с данными рентгеновского снимка (затемнение, полосы, образование светлых пятен, очаги и т. д.).

Признаки заболевания часто начинаются только через несколько лет, во многих случаях совершенно внезапно при простуде, после несчастных случаев и других болезней, особенно после гриппа и других инфекций. Дело начинается с непереносимых, длительных приступов кашля, болей в груди и конечностях и расстройств кровообращения. Позже развиваются хронический бронхит и эмфизема легких; диагноз туберкулеза может быть поставлен при этом только при нахождении туберкулезных бацилл.

Иногда диагноз базируется главным образом на анамнезе.

Инфекции после вдыхания пыли. Пыль не только создает благоприятные условия для развития инфекционных заболеваний в дыхательных путях, но иногда опасна вследствие наличия в ней патогенных микроорганизмов. Опасность инфекции через воздух, например на улице, как уже упоминалось выше, сравнительно незначительна, но в некоторых случаях может иметь важное значение. Не говоря о воспалении легких и туберкулезе, здесь следует указать на следующие инфекции.

Заболевание лучистым грибом (актиномикоз) развивается вследствие вдыхания грибка, который находится на хлебных злаках или траве. Он ведет к развитию туберкулезоподобного длительного заболевания, часто оканчивающегося смертью.

Сап (Malleus) часто переносится через больных животных, например при вдыхании соломенной пыли, пыли стойл и т. д. Сап прежде всего локализуется в верхних дыхательных путях, особенно на слизистой оболочке рта, затем инфекция распространяется в глубину и во многих случаях заканчивается смертельным заболеванием легких.

Легочная форма сибирской язвы (болезнь тряпичников) — важная профессиональная болезнь, поражающая преимущественно людей, занятых перевозкой, укладкой и переработкой волос, щетины, кож, животных отходов, тряпья и шерсти. Данная форма сибирской язвы переходит в общий сепсис и большей частью в течение нескольких дней приводит к смерти.

Следствием вдыхания пыли могут быть и другие общие заболевания и повреждения других органов, если попавшие в организм вещества переходят в кровь или в лимфу. Сюда относятся заболевания костей у прядильщиков джута и токарей по перламутру, рак легких (? — ред.) у горняков. Равным образом при вдыхании пыли и мелких частиц фосфора может развиваться отравление фосфором.

Не вызывает никакого сомнения, что вдыхание пыли является предрасполагающим фактором для развития легочного туберкулеза. Однако, как мне кажется, взгляды, имеющиеся по этому поводу, преувеличены.

Обыкновенная уличная пыль не может считаться причиной частоты легочного туберкулеза. Это ясно из заболеваемости подметальщиков улиц, особенно подверженных действию этой пыли. Согласно статистике крупных европейских городов эти люди заболевают реже, чем прочие рабочие. В общем следует сказать, что опасность бактериальной инфекции через вдыхание пыли в воздухе крупных городов сравнительно незначительна. Большое число содержащихся в воздухе бактерий безвредно, кроме того эти бактерии быстро теряют свое действие. Гораздо опаснее действия пыли на улице возможность инфекции через пыль, и особенно через выделяемые кашлем капельки мокроты в закрытых помещениях, особенно в рудниках, мастерских и на фабриках.

С этой точки зрения каждый вид пыли является отдельной проблемой. Бесспорно, что кварцевая пыль и пыль силикатных пород повышают предрасположение к туберкулезу. Уже имеющиеся заболевания ухудшаются. За последнее время считают (М. Штернберг, Баадер), что эти виды пыли обладают специфическим фибропластическим действием. Пыль тем опаснее, чем больше она благоприятствует разрастанию соединительной ткани. Рабочие, занятые в фарфоровом производстве и сравнительно сильно подвергающиеся опасности заболеваний от вдыхания пыли, в более преклонном возрасте показывают особенно высокую смертность.

С этой точки зрения очень вредной оказывается и табачная пыль. Известно, что смертность от туберкулеза в табачной индустрии чрезвычайно высока, так что могут вымирать целые семьи. Здесь однако следует принять во внимание и другие обстоятельства, а именно прежде всего общие условия жизни, так как на сигарных и табачных фабриках обыкновенно работают более слабые люди*. Многие авторы считают табачную пыль безвредной, что бесспорно неправильно.

* К этому следует прибавить крайне неблагоприятные условия труда и быта на капиталистических предприятиях, в особенности табачной индустрии. Ред.

С другой стороны, как по многочисленным врачебным наблюдениям, так и по статистическим данным несомненно, что известные виды пыли могут заглушить уже имеющийся туберкулез. Многие авторы даже верят в лечебное действие вдыхания известных видов пыли, к которым прежде всего причисляют угольную пыль.

При туберкулезе углекопов вредоносной причиной является не уголь, а пыль породы. Может быть здесь играет роль еще и то обстоятельство, что для угольной промышленности имеет место известный физический отбор рабочих. Однако по Иеттену угольная пыль и сажа не могут быть причислены к безвредным видам пыли. Защитные и целебные свойства приписывались также известковой и цементной пыли. Люди, работающие на обжиге извести, как будто не болеют туберкулезом, но зато часто заболевают очень опасными видами воспаления легких. Однако и по этому поводу мнения расходятся. Во всяком случае будет правильнее крайне скептически отнестись к предложению известковой пыли и т. п. как лечебному средству при туберкулезе. По Иеттену цементная пыль совсем не является индифферентной.

Здесь имеется еще много нерешенных проблем. В большинстве случаев очень трудно, а часто и невозможно различить при одновременном наличии заболевания от пыли и туберкулеза, что из них появилось раньше.

Астма после вдыхания пыли. Вдыхание известных видов пыли ведет к внезапно наступающим приступам тяжелой одышки астматического характера. Повидимому здесь, как правило, дело идет о действии чужеродного белка и неизвестных ядовитых веществ, которые вызывают аллергические (анафилактические) заболевания.

Более всего известны явления лихорадки или астмы от сена, вызываемые пылью некоторых трав и растений. Сюда же относятся лихорадочные раздражительные состояния при обработке конопли и льна (лихорадка чесальщиков, кашель канатчиков). Среди заболеваний мельников и рабочих транспорта встречаются астма и воспаления кожи вследствие загрязнения мучной пыли известным родом клещей (астма чистильщиков фруктов, кашель пекарей). Загрязнение животными отбросами шелка (экскременты гусениц?) вызывает астму у рабочих на шелкопрядильнях; с такими же симптомами заболевают ткачи и рабочие на хлопчатобумажных фабриках (кашель ткачей). Еще следует упомянуть заболевания рабочих, имеющих дело с древесной пылью. Причиной являются многочисленные гуземные и заокеанские породы дерева. Известны также случаи заболеваний при обработке кофе, риса и других колониальных товаров.

Следующую группу химических веществ, вдыхание которых ведет к заболеванию астмой, образуют некоторые красящие вещества или исходные материалы для них. Особенно известен парафенилендиамин («урсол», мако, фурины, фуролы, арктол), окислением которого образуются черные красящие вещества хинонового ряда. Они употребляются для окраски волос, мехов, шуб и др.

Сообразно индивидуальному предрасположению у некоторых рабочих (красильщиков мехов, скорняков, портных) большую часть после долголетней работы, не сопровождаемой жалобами на состояние здоровья, внезапно появляются резкие явления раздражения дыхательных путей с типичными припадками удушья, кашля, головных болей, головокружения, зуда кожи, полиурии. Припадки продолжаются обыкновенно несколько дней. Для облегчения их рекомендуется применение хлористого кальция.

См. также «Парафенилендиамин» в специальной части.

Защита от пыли. Для защиты от пыли существуют те же правила, как для защиты от газов (см. эту главу). Работа в воздухе, насыщенном пылью, опасна не только с точки зрения здоровья, но и может вести к несчастным случаям. Этот вопрос поэтому приобретает важное значение для руководящих организаций, и при постройке новых фабрик на него должно быть обращено особое внимание. Большие, хорошо организованные фабрики часто служат образцом устройства, чего нельзя сказать о небольших производствах, где вследствие этого и опасность несравненно больше.

Прежде всего ставится вопрос, устранимо ли вообще на данном производстве развитие пыли? Дробильные производства, установки с ситами, мельницы можно изолировать от окружающей среды дощатыми обшивками и др. В известных случаях цель достигается подходящим выбором сырых материалов и их предварительной обработкой (смачиванием, «мокрой работой», отсеиванием и др.); при постройке новых заводов — изменением методов работ, как например отсасывание в современных сухих шлифовальных. Если полное устранение пыли невозможно, то следует стремиться к уменьшению ее образования. В этом отношении на практике уже достигнуты хорошие результаты заменой ручной работы механизацией и устарелого мелкого производства современными установками (приспособлениями для наполнения тары, упаковочными машинами, работой при вентиляции и при пониженном давлении).

Очень большое значение имеют конечно вентиляция и проветривание помещений, причем во избежание вихревых движений пыль не следует удалять в направлении сверху вниз. Для этого служат специальные вытяжки, вытяжные трубы, каминные или механические отсасывающие приспособления.

Самым лучшим способом удаления пыли является удаление ее уже на месте, где она возникает. Здесь мы не будем касаться специально технических подробностей аппаратов. С санитарной точки зрения следует еще упомянуть, что при установках для удаления воздуха должны быть предусмотрены различные мероприятия в случае неисправности на производстве (предупреждающие сигналы, перерыв работы, резервные аппараты).

Материалы, связывающие пыль. Пыль может быть уменьшена связыванием ее с известными жидкостями, из которых самая дешевая — вода. Там же, где она неприменима, употребляются различные растворы солей (матовый раскол), гигроскопические соли, как например хлористый магний и хлористый кальций, далее масла, нефтяные остатки, высшие углеводороды, производные каменноугольной смолы, остатки мелассы и клейкие отбросы животного происхождения. Взвеси пыли могут смешиваться с песком, древесными опилками и др.

Целесообразно также увлажнение воздуха. Частицы пыли, соединяясь с каплями воды, становятся тяжелее и быстрее оседают на землю.

В рабочих помещениях, где образуется притягивающая влагу пыль, увлажнение воздуха необходимо для нормального содержания воды в воздухе, а также для поддержания нужного количества влаги в обрабатываемом материале, как например на текстильных производствах и табачных фабриках. Но при этом не следует забывать, что излишнее содержание воды в воздухе вредно для здоровья и при наличии взвешенных частиц в воздухе благоприятствует образованию туманов.

Кроме упомянутых механических методов удаления пыли существует еще электрический. Современные способы удаления электричеством из воздуха пыли и других газов и паров представляет большой шаг вперед в промышленной гигиене. Газы проводятся через электрическое поле высокого напряжения, вследствие чего происходит ионизация газов и частицы пыли связываются с ионами. Рассеивающими электродами производится электрический ветер, несущий твердые вещества к встречному электроду, где они оседают (способ Коттрелля, Меллера).

Удаление пыли посредством электричества производится почти повсеместно; способ этот благодаря возможности собирания пыли имеет большое хозяйственное значение.

Собирание пыли. Собранная пыль должна быть удалена для дальнейшего использования или уничтожения. Здесь имеются в виду фильтры для удаления пыли, осаждение водою, соединение с химическими веществами, маслами и др. При собирании извлеченной пыли в отведенные для нее камеры, при выгрузке этих последних и при перевозке пыли могут представиться новые возможности ее распространения. Поэтому само собой разумеется, что применяемая при этом аппаратура должна соответствовать всем требованиям безопасности. Применение ее должно быть обязательным. К аппаратам предъявляется еще ряд требований. Не только установка, но и материал аппаратов должен быть выбран целесообразно. Особенно важно правильное измерение требующихся количеств воздуха.

Следует избегать сквозняков и сильного охлаждения помещений. При известных условиях может быть необходимо предварительное согревание свежего воздуха.

Все приборы для индивидуальной защиты имеют в большей или меньшей мере свои недостатки. При напряженной долгой работе пользование им довольно тягостно и потому не пользуется расположением рабочих. С другой стороны, при кратковременном применении эти средства защиты приносят большую пользу и часто необходимы. Леман рекомендует два типа противогазов: простые и легкие двухсторонние коробки с ватой или противогазы с двумя вентилями для разделения вдыхаемого и выдыхаемого воздуха («Lungenheils», Schnurrbartrespiratoren). Большая часть респираторов недостаточна непроницаема для пыли. Следует избегать большого пространства между лицом и противогазом. Временными мерами защиты служат губки, платки, газовые мешки и др. Для защиты глаз служат защитные очки. Более подробно вопросы защиты изложены в главе «Индивидуальная защита» (раздел «Профилактика»).

Устранение пыли на заводах и в промышленных производствах является предметом заботы государственных и общественных (профсоюзных) организаций. Это касается различных отраслей промышленности, в частности текстильной промышленности и главным образом обработки волокнистых материалов, волоса животных, отбросов, тряпок, прядилен конского волоса, фабрик щеток и кистей. Наряду с устранением пыли должны быть проводимы дезинфекция материала, предохраняя от заразы (сибирская язва), сохранение недезинфицированного материала, проветривание и очищение рабочих помещений. Рабочие с повреждениями кожи, главным образом на шее, лице и руках, не допускаются к работе. Обработка и сортировка тряпок как домашняя работа запрещается.

При обработке бумаги, цветном печатании, на керамическом производстве, на фабриках красок, в помещениях для размалывания кра-

сок рабочие подвергаются свинцовому отравлению. Этой опасности подвергаются также словолитчики, гальванопласты, печатники, то-чильщики, стереотиперы, ретушеры, наборщики. Имеется ряд постановлений, касающихся охраны труда в этих производствах. (Более подробные указания приведены ниже в гл. «Советское законодательство по охране труда и предупреждению отравлений».)

Приложение: взрывы пыли

Пыль может быть опасной для человека и в других отношениях, а именно при ее взрывах из-за внезапного нагревания. Взрывы пыли легко наступают там, где имеет место сильное нагревание смесей горючей или легко окисляющейся пыли с торючими газами и парами. Такое нагревание может уже произойти при трении, стало быть без участия открытого пламени. Так, большое значение при взрывах газа имеет наличие в коях мелкой угольной пыли и паров углеводородов (метан). Все виды угля, а также соединения углеводородов могут повести к взрыву. Горючие газы в ряде случаев выделяются из мелко-раздробленной пыли. Опасность взрыва имеется при обработке древесной и пробковой пыли, текстильного волокна, каучука, целлюлоида, муки, зерна, солода, сахара, крахмала, пряностей, какао и мыльного порошка. Давно уже известны взрывы на мельницах. Однако последние в связи с растущими знаниями об их причинах и прогрессирующими улучшениями в технике становятся все реже. Взрывать может также металлическая пыль, прежде всего пыль легко окисляющихся металлов. Взрывы в последнем случае происходят вследствие одновременного присутствия горючих паров, средств очистки, смазочных материалов и т. д.

Для избежания таких взрывов главным требованием должно быть употребление чистых исходных материалов и содержание в чистоте рабочих помещений.

Предохранение от взрывов пыли в основном достигается тем, что при обработке опасных материалов избегают ее образования в больших количествах. Кроме того необходимо выбирать особую систему освещения и отопления (без открытого пламени) и вообще по возможности выключать всякие источники нагревания. Следует также избегать возможности образования искр.

Литература

- Arens, Arch. Hyg. 21, 325: цит. по Lehmann (количество пыли).
Baader, Die Quarzlunge in Südafrika, Med. Welt 4, 1599 (1930).
Böhme A. u. a., Die gewerbliche Staublungerkrankung. Beil. z. Zentralblatt-Gewerbehyg. 1929, № 15.
Böhme u. Lucanus, Der Verlauf der Staublungerkrankung bei den Gesteinhauern des Ruhrkohlengebietes. Schriften aus dem Gesamtgeb. der Gewerbehyg., N. F. H. 33. Berlin: Julius Springer 1930.
Hahn, Gesundheitsingenieur 1908; цит. по Lehmann.
Hesse, Vrtljschr. f. gerichtl. Med., N. F. 36 (1881).
Holtzmann u. Harms, Zur Frage der Staubeinwirkung auf die Lungen der Porzellanarbeiter. Tuberkulose-Bibliothek № 10. Leipzig: J. A. Barth 1923.
Jötten u. Arnoldi, Gewerbestaub und Lungentuberkulose. Schriften aus dem Gesamtgeb. der Gewerbehyg. H. 16. 1927 (металлическая, фарфоровая, угольная, известковая пыль, сажа—обширная литература).
Jötten, Gewerbestaub und Lungentuberkulose. Schriften aus dem Gesamtgeb. der Gewerbehyg. H. 26. 1929 (цемент, табак, глинистый сланец—обширная литература).
Ickert, Staublunge und Tuberkulose bei den Bergleuten des Mansfelder Kupferschieferbergbaues. Tuberkulose-Bibliothek № 15. Leipzig: J. A. Barth 1924.

- Koelsch, F. Ztschr. ärztl. Fortbildg. 25, 949 (1926).
 Arb. u. Gesdh. 1929, H. 12.
 Koelsch, Keramische Industrie, в руководстве: Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene und Gesundheitsfürsorge, Bd. 2, S. 675 ff. 1926.
 Lehmann K. B., Ueber die Gesundheitsverhältnisse der Arbeiter in der deutschen keramischen, insbesondere der Porzellanindustrie, mit besonderer Berücksichtigung der Tuberkulosefrage. Schriften aus dem Gesamtgeb. der Gewerbehyg., N. F. H. 25. Berlin: Julius Springer 1929.
 Arch. f. Hyg. 75, 152 (1912).
 Lunge-Berl., Chem.-techn. Untersuchungsmeth. Bd. 1, 635, 1921 (методика исследования воздуха).
 Lehmann K., Kurzes lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. S. 101. Leipzig 1919 (рус. пер., М. 1923).
 Mavrocordato, Zusammenfassung bei Teleky, Bericht über die Ergebnisse der Staubuntersuchungen in England, seinen Dominions und Amerika. Arb. und Gesdh. Schriftenreihe zum Reichsarbeitsblatt. H. 7, 1927.
 Rössle, Ueber die Tuberkulose der Staubarbeiter, insbesondere im Porzellan-gewerbe. Beitr. Klin. Tbk. 47, 325 (1921). (Патологическая анатомия.)
 Sternberg M., в руководстве Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene. Bd. 2, S. 502. 1926.
 Die Staublunge. Med. Klin. 1929, 1919.
 Staehelin, в руководстве: Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Bd. 2, S. 515. Berlin 1925.
 Teleky, Staubgefährdung und Staubschädigungen der Metallschleifer, insbesondere der des bergischen Landes. Arb. u. Gesdh. Schriftenreihe zum Reichsarbeitsblatt. H. 9, Berlin: Reimar Hobbing 1928. (Содержит много постановлений по охране труда.)

Дополнительная литература

- Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышл. санитарии 4-е изд. Гострудиздат (1930).
 Р. Мельдау, Пыль в производстве и способы ее удаления, Гостехиздат, 1931.
 Пик, Промышленная пыль, ГИЗ, 1932.
 Вигдорчик, Петров и др. в сборнике: «Промышленная пыль и борьба с ней», Труды Ленинградского института орган., эконом. и охраны труда, т. VI, 1933.
 Койранский, Руководство по профессиональной гигиене, гл. VII, Биомед-гиз, 1935 (там же литература).

С. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

1. Описание отдельных веществ

В нижеследующих отдельных главах всегда приводятся как весовые концентрации в миллиграммах на литр (mg/l), так и объемные в частях газа или пара на один миллион частей воздуха (части на миллион, cm^3/m^3). В том случае, если в оригинальных работах предлагаются другие обозначения концентраций, как например ‰ , ‰‰ моль/л, cm^3 или mm^3 жидкости в m^3 или л, то эти обозначения ставятся всегда вместе с вышеуказанными и при этом всегда на первом месте.

Концентрации «части на 1 миллион» вычислены для температуры в 25° и для давления в 760 мм аналогично таблице, помещенной в разделе «Общая физиология дыхания»; вес 1 л различных веществ приводится для температуры в 20° и для давления в 760 мм.

Помещенные в тексте надстрочные цифры относятся к соответствующим цифрам литературного указателя, помещенного после каждой главы.

Кислород и озон

Кислород

Формула: O_2 . Мол. в.: 32,0.

Получение. Добывается главным образом из жидкого воздуха.

Свойства. Бесцветный газ без запаха и вкуса. 1 л весит 1,33 г. В продажу выпускается в сжатом состоянии в стальных баллонах (большой частью емкостью в 40 л, содержащих под давлением в 150 ат около 6 м³ газа). Сжижается в светлоголубую жидкость, темп. кип. которой —183°.

Физиологическое действие кислорода. В старой литературе имеются указания о случаях отравления животных кислородом. В последнее время, особенно во время мировой войны, эти сообщения были проверены и многократно подтверждены¹. Нет никакого сомнения в том, что многочасовое или суточное пребывание в атмосфере с высокопроцентным содержанием кислорода может вызывать у мелких животных, как у кроликов, морских свинок и мышей, расстройство кровообращения и воспалительные изменения в легких, а именно бронхит, отек легких и пневмонию. У более крупных животных, например у собак, дело едва ли доходит до серьезных воспалительных процессов, и явления отравления ограничиваются только изменениями в дыхании и кровообращении. Можно сказать определенно, что двухдневное пребывание в атмосфере чистого свободного от озона кислорода для них уже опасно и что такое же пребывание в течение трех дней ведет к смерти приблизительно половины подопытных животных. С другой стороны, собаки выносят пребывание в воздухе, содержащем 40—60% кислорода, в течение неограниченного времени.

Уже П. Берт в 1879 г. установил, что вдыхание чистого кислорода под повышенным давлением ведет к судорогам и к заметным расстройствам здоровья. Опытами Борнштейна² доказано, что при давлении в 3 ат, т. е. при избытке давления в 2 ат, у человека через $\frac{3}{4}$ часа наступают судорожные подергивания ног. При условии предварительного удаления из легких углекислоты с помощью глубокого выдоха можно задержать в атмосфере чистого кислорода дыхание до 10 мин. Собаки и обезьяны выносят без всякого вреда для себя многодневное вдыхание ежедневно в течение 6—8 час. кислорода под давлением в 1,2 ат. Водолазы дышат без вредных последствий воздухом, содержащим 50% кислорода и выше.

Все эти данные имеют важное практическое значение вследствие широко распространенного в медицине вдыхания кислорода. До сих пор однако мы не имеем никаких указаний о вреде этих ингаляций. Да и нет основания ожидать какого-либо вреда, так как при употребляемых в настоящее время приборах для ингаляции никогда не вдыхается чистый, т. е. неразбавленный кислород под высоким давлением в течение долгого времени без перерыва. Обыкновенно при этом удается вводить в легкие смесь с содержанием кислорода в 30—50%. Установлено, что вдыхание чистого кислорода через противогаз в течение восьми часов совершенно безвредно.

Литература

1. Loewy A. u. Meyer G., Veroff. Milsan.wes. H. 74, Berlin 1919.
2. Bornstein u. Stronik, Dtsch. med. Wchschr. 1920, № 32.

Дополнительная литература

- Хлопин, Сокращенный курс общей гигиены, ч. I, стр. 18, 1926.
Четвериков, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 3, стр. 97 (1931).
А. И. Якимов, Опасности производства и газификации жидкого кислорода.
Гиг. труда № 5 (1934)

Озон

Формула: O_3 . Мол. в.: 48.

Получение. Получается из кислорода воздуха при действии тихого (электрического) разряда.

Свойства. Газ, бесцветный в тонком слое и голубой в толстом. Обладает своеобразным запахом, напоминающим в высоких концентрациях запах хлора, а в умеренных концентрациях — так называемый «запах электричества». Обнаруживается обонянием еще при разведении в воздухе 1 на 1 000 000 (0,002 мг/л). Уд. в. озона 1,62 (воздух = 1). 1 л весит 2 г. При сильном охлаждении сгущается в маслянистую темносинюю жидкость с темп. кип. — 111,5°. Является чрезвычайно сильным окислителем.

Возможности отравления. Отравления возможны в озонирующих установках и рентгеновских кабинетах. Предположение, что в последнем случае имеет место и отравление окислами азота, позднейшими исследованиями не подтвердилось. Можно считать, что помимо действия озона здесь не исключено поражение блуждающими (рассеянными) лучами⁵. С другой стороны, в тех электролабораториях, в которых имеет место образование больших электрических искр, при известных условиях наряду с озоном образуются гораздо более опасные окислы азота.

Общий характер токсического действия. Озон является сильным раздражителем и кроме того обладает снотворным действием. При остром отравлении поражаются легкие⁶; наблюдаются также хронические отравления.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Вдыхание «сильно озонированного» воздуха ведет к ослаблению сердечной деятельности; одновременно температура тела падает на 3—5°. Смерть наступает от сильного отека легких с эмфиземой, в большинстве случаев при судорогах².

Концентрация 0,001—0,002 мг/л, что соответствует приблизительно 0,5—1 : 1 000 000, переносится без вреда¹³.

0,01 мг/л или приблизительно 5 : 1 000 000 убивает мелких животных через несколько часов при явлениях сильных легочных кровотечений⁹.

Вдыхание озона в концентрации 0,018 мг/л, или приблизительно 9 : 1 000 000 в течение 2 час. вызывает смертельную пневмонию⁷.

Соответственно с этим следует считать ошибочным указание на то, что концентрация озона 0,11—0,12 мг/л, или 55—60 : 1 000 000 является для животных безвредной¹¹.

2. У человека. При действии озона наблюдается раздражение слизистых оболочек, особенно слизистых оболочек глаз и носа, стеснение в груди, головная боль в области лба и головокружение (Левин, Наблюдение над самим собою¹⁰). Кроме того можно отметить слюнотечение, потоотделение, покалывание в области грудной клетки, прогрессирующую усталость и падение кровяного давления вследствие расширения периферических сосудов центрального происхождения.

Концентрация 0,001 мг/л, или приблизительно 0,5 : 1 000 000, уже вызывает ясно выраженное раздражение;

0,002 мг/л, или 1 : 1 000 000 (приблизительно), через 1—½ часа вызывает кашель и сильную усталость;

0,006 мг/л, или приблизительно 3:1 000 000, через час вызывает кашель и действует спотворно⁵.

Вдыхание озона в концентрации 0,009—0,019 мг/л, или приблизительно 5—10:1 000 000, в течение короткого времени вызывает ускорение пульса, сонливость и продолжительную головную боль¹³.

Во всяком случае можно рекомендовать не находиться без противогаза в атмосфере, содержащей озон в сколько-нибудь значительных количествах.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Ежедневное, 1—2-часовое вдыхание озонированного воздуха (концентрация не указана) вызывает у собак, кошек и других животных зевоту, рвоту, состояние опьянения, сонливость и дрожь. Смерть наступает в среднем через четыре недели (эмфизема и отек)¹².

2. У человека. Продолжительное пребывание в атмосфере, содержащей озон в концентрации 0,0035—0,0016 мг/л, или приблизительно 1,8—0,8:1 000 000, вызывает у персонала рентгеновских кабинетов следующие явления: плохое самочувствие, раздражительность, чувство усталости, истощение, позже наступают головные боли, особенно в области лба; при этом не отмечено никаких изменений в дыхательных органах⁵.

При хроническом отравлении озоном может наступить жировое перерождение сердечной мышцы¹².

Индикация озона. Индикаторная бумага по Вурстеру¹⁴ (с тетраметил-*p*-фенилендиаминном) окрашивается в присутствии озона в синий цвет (реакция не специфична).

По Энглеру и Вильду³ безукоризненным является следующий способ индикации. Воздух пропускают сперва через хорошо измельченную хромовую кислоту для освобождения от перекиси водорода, а затем проводят через стеклянные трубки, в которых рядом находится бумага, смоченная раствором сернокислого марганца, и бумага, смоченная раствором закиси таллия; первая буреет от выделения Mn_2O_4 в присутствии озона (от хлора не буреет), вторая также буреет в присутствии озона (от окислов азота не буреет).

При взбалтывании с незначительно озонированным воздухом 0,0001%-ный раствор флюоресцеина теряет свою окраску и перестает флюоресцировать; 0,1%-ный раствор при тех же условиях не обесцвечивается, но флюоресценцию теряет¹⁰.

0,05 г хлоридрата *m*-фенилендиамина, растворенного в 90 см³ воды и в 10 см³ 5%-ного раствора едкого натра, дает уже с 0,08 мг озона интенсивную желто-буро-красную окраску. На основании этой реакции возможно колориметрическое количественное определение^{4, 5}.

Определение. Испытуемый воздух пропускается через нейтральный или лучше щелочный раствор иодистого калия, который подкисляется затем серной кислотой, и выделившийся иод титруется 0,01 *N* раствором гипосульфита натрия. Определение возможно только при отсутствии хлора.

Меры профилактики. Хорошая вентиляция в рентгеновских кабинетах. Соответствующая величина их. Изоляция аппаратов и облучаемых пространств^{5, 8}.

См. также раздел «Запахи».

Литература

1. Dadlez, по Ber. Physiol. 54, 681 (1930).
2. Dewar u. McKendrick, Poggend. Ann. 152, 329 (1874).
3. Engler u. Wild, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 29 (1896).

4. Erlwein u. Weyl, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **31**, 3158 (1898).
5. Guthmann, Diss. Erlangen 1919.
6. Henderson-Haggard, Noxious Gases. P. 136, 1927 (имеется русский перевод. Госгиздат, 1930).
7. Hitt a. Flack, Proc. Royal Soc. London, Serie B **84**, 404.
8. Kirstein, Strahlenther. **10**, 1113 (1920).
9. Konrich, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. **73**, 443 (1913).
10. Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 111, 1929.
11. Oudin et Labbe, C. r. d. l'Acad. des sciences **113**, 141 (1891).
12. Schulz, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **29**, 364 (1892).
13. Sollmann, Man. of pharmacol. **1922**, 719 (y Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 193 (1925). (Рус. пер. изд. „На Варті“, 1932).
14. Wurster, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **21**, 921 (1888).

Дополнительная литература

- Carozzi, Ozone, Hygiène du Travail № 270, Genève (1931).
 Hugoupiné, Rev. Gén. des sciences, 201 (1932).
 Lehmann, Краткий учебн. рабоч. и профес. гигиены. стр. 166, ГИЗ (1923).
 Quarelli, Rassegna Medica, 187 (1932).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 60, 2-е изд., Соцэкгиз (1931).

Галоиды

Галоиды являются сильными раздражающими веществами для всех отрезков дыхательного тракта. С увеличением молекулярного веса абсолютная токсичность галоидов увеличивается, а раздражающее действие уменьшается, что обуславливается соответствующей более умеренной их летучестью. Отравления фтором не имеют практического значения.

Галоидные соединения иода соответственно своей большей летучести обладают более сильным раздражающим действием, чем сам иод.

Окислы хлора также являются более токсичными и сильнее раздражающими, чем хлор.

У галоидоводородных кислот раздражающее действие ограничивается главным образом верхними отрезками дыхательного тракта; у фтористого водорода кроме того еще отмечается общее действие как клеточного яда (выделение кальция и т. д.).

Хлор

Формула: Cl_2 . **Мол. в.:** 70,91.

Получение. Получается путем электролиза водного раствора хлористого натрия.

Свойства. Газ, зеленовато-желтого цвета, со своеобразным колющим запахом. Воспринимается обонянием уже при нахождении его в воздухе в количестве 0,001 ‰, что соответствует 1 : 1 000 000, или 0,003 мг/л. Уд. в. 2,47 (воздух = 1). Литр газа весит 2,95 г. Легко растворяется в воде, лучше всего при 9—10°; 100 объемов воды растворяют при 10° 310, а при 20° 226 объемов хлора; хлор растворяется также в хлороформе (приблизительно 25% по весу), четыреххлористом углероде (приблизительно 10% по весу) и в других растворителях. Легко сгущается в темнозеленовато-желтую жидкость, темп. кип. которой — 33,7°. В таком сжиженном состоянии в стальных баллонах или в специальных цистернах он поступает в продажу. При распылении больших количеств жидкого хлора он образует с парами воздуха белый туман. 1 л жидкого хлора при 0° весит 1,47 кг и соответствует 463 л газа; 1 кг жидкого хлора соответствует 300 л газообразного хлора.

Возможности отравления. Отравления хлором могут иметь место при его получении, сгущении, транспортировке, производстве хлорной извести и других соединений, при дезинфекции питьевой воды и нечистот, при белении тканей, бумаги и муки, при получении цинка из жестяных отходов; кроме того отравления хлором возможны при пожарах зданий, где имеются баллоны с хлором.

Обыкновенно баллоны для хлора испытываются на давление в 150 ат; они снабжены предохранительным вентилем, который при пожарах легко выпускает газ, что предохраняет баллоны от разрыва.

Общий характер токсического действия. Хлор является сильным раздражающим газом; действует как на верхние, так и на более глубокие отрезки дыхательного тракта.

Теории ядовитого действия. Взгляды на механизм действия хлора различны. Неоднократно высказывались предположения, что хлор реагирует с водой тканей, в результате чего образуется соляная кислота, и что последняя уже действует на клетки. Некоторым подтверждением такого предположения является то обстоятельство, что действие хлора имеет много общего с действием хлористого водорода. Однако хлор почти в двадцать раз токсичнее хлористого водорода; благодаря своей сравнительно меньшей растворимости он действует на дыхательные пути гораздо сильнее, чем хлористый водород. Более близка к истине теория, выдвинутая Гендерсоном и Хаггардом⁵, согласно которой хлор действует на влажные ткани совершенно так же, как на всякий другой влажный материал, а именно окисляет у воды водород (дегидрирует), причем освобождается кислота. Раздражение тканей зависит главным образом от окисления, кроме того имеет место действие хлористого водорода, далее также процессы хлорирования (путем реакций присоединения или замещения) и др.

Согласно другим предположениям газообразный хлор действует на организм путем «изменения степени дисперсности коллоидов»⁶.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Кошки, кролики, морские свинки¹⁰:

‰	Мг/л (приблизительно)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Действие
0,003	0,01	3	Явное раздражение
0,01	0,03	10	Развитие катарральных явлений
0,03	0,09	30	Опасно для жизни уже через несколько часов. Вызывает воспаление воздухоносных путей и значительные легочные кровотечения
0,3	0,9	300	При часовой экспозиции смерть от удушья

На вскрытии отмечаются геморрагический отек легких, явления пневмонии и псевдомембранозные наложения в воздухоносных путях. По Эйленбергу³ характерный запах хлора ощущается от трупа, особенно от мозга, еще спустя 1—2 дня.

Явления отравления у животных заключаются в замедленном дыхании, цианозе, кашле, воспалении соединительных оболочек и в изъ-

явлении рогаговицы. Одновременно можно отчетливо констатировать легкое наркозоподобное действие хлора (спячка), которое подавляет вызванное одышкой возбуждение¹⁰.

Американские исследователи произвели ряд серийных опытов над собаками при экспозиции в 30 мин. в условиях динамической заправки при скорости протягиваемого воздуха 250 л в минуту; концентрации хлора выше 2,53 мг/л, что соответствует приблизительно 870 частям на миллион, вызывали смерть в течение первых 24 час., концентрации менее 1,90 мг/л, или приблизительно 650 частей на миллион, вели к смертельному исходу только в редких случаях, концентрации же меньше, чем 0,8 мг/л, или приблизительно 280 частей на миллион, никогда не вызывали острой смерти⁴.

Следует отметить, что собаки при получасовой экспозиции в концентрации хлора в среднем 0,2 мг/л, что соответствует приблизительно 70 частям на миллион (динамическая заправка), абсорбируют кожей и шерстью $\frac{4}{5}$ — $\frac{5}{6}$ всего количества газа и вдыхают поэтому легкими только незначительную часть хлора¹².

Лошади гибнут спустя 35—40 мин. при вдыхании хлора в концентрации $10^{\circ}/_{\infty}$, что соответствует 1000 частям на миллион, или приблизительно 3 мг/л.²

2. У человека. По Леману¹¹ человек при малых концентрациях хлора вдыхает 95—100% всего количества газа. Чувствительность к хлору очень различна. Малые концентрации (0,003—0,006 $^{\circ}/_{\infty}$, или 3—6 частей на миллион, или приблизительно 0,01—0,02 мг/л) вызывают раздражение слизистых оболочек, слезотечение, насморк, кашлевое раздражение и слюнотечение; особенно эти явления резко выражены у непривычных¹⁰. При более длительном воздействии появляются тянущие боли под грудиной и в дальнейшем обильное выделение густой слюны, кашель с кровью и одышка. При концентрации 0,1— $10^{\circ}/_{\infty}$, или 100—1000 частей на миллион, или приблизительно 0,28—2,8 мг/л, моментально развивается сильная одышка. Смерть наступает при явлениях сильного цианоза, при холодном поте и малом пульсе. Самое кратковременное вдыхание высоких концентраций хлора может повести к смерти. В одном случае можно было отметить после нескольких часов скрытого периода развитие бронхопневмонии и смерть на 20-й день. В большом и малом круге кровообращения можно отметить развитие множественных тромбозов, а в крови наличие миело- и нормобластов⁸.

Своеобразные боли в голове, начиная со лба и кончая затылком, можно было наблюдать при нюхании имеющейся в продаже в аптеках хлорной воды, являющейся приблизительно $\frac{1}{2}\%$ -ным водным раствором хлора³.

Хлор получил широкую известность в мировой войне как боевое отравляющее вещество, примененное при так называемых газобаллонных атаках (см. раздел «Газы на войне»). Вдыхание хлора в концентрации 150 мм³ жидкого хлора в куб. метре или 0,225 мг газообразного хлора в литре может быть переносимо максимум в течение одной минуты. По американским источникам пребывание человека в атмосфере, содержащей хлор в концентрации приблизительно 0,15 мг/л, или приблизительно 50 частей на 1 миллион, лишает человека боеспособности в течение нескольких секунд; вдвое большая концентрация опасна уже при экспозиции 1—2 мин.²¹

Высокие концентрации хлора раздражают также кожу. В зависимости от продолжительности воздействия наступает жжение, покраснение, воспаление, желтое окрашивание, сморщивание кожи, а также

образование папул и пузырей. Наблюдения в частности над работающими в противогазах⁵).

С вышеописанным раздражением кожи газообразным хлором не имеет ничего общего известное под названием «хлорного акне» зудящее воспалительное заболевание кожи. Это заболевание, являющееся болезнью сальных желез кожи, можно всего чаще наблюдать у рабочих, занятых на электролитическом производстве хлора⁶. Это кожное заболевание вызывается не газообразным хлором, а продуктом реакции между хлором и смоляной замазкой анодных камер¹. Предположение Жаке, что здесь имеет большее значение раздражение распыленной щелочью, не является правильным, поскольку аналогичное заболевание наблюдается при работах с хлорированными препаратами нафталина (перна, см. рис. 36).

б) Привыкание. Животные при привыкании к хлору могут переносить без заметного вреда для себя концентрации этого газа, которые приблизительно в $2\frac{1}{2}$ —4, даже иногда в 6 раз больше первоначально переносимой, совершенно независимо от того, какова была начальная индивидуальная чувствительность. Такая значительно увеличивающаяся резистентность к хлору благодаря привыканию наблюдалась в целом ряде случаев.

У человека можно наблюдать после перенесенного отравления хлором некоторое понижение чувствительности к этому газу. При этом ослабевают также и «предостерегающие» симптомы (кашель), однако слезотечение и кислый вкус во рту остаются без изменения. Способность ощущать запах хлора возвращается в таких случаях только через 8 недель. Случайные заболевания протекают в этом периоде тяжелее¹³.

с) Хроническое отравление. 1. У животных. У кроликов и морских свинок повторяющееся в течение многих дней многочасовое вдыхание хлора в концентрации 0,005 мг/л, или 1,7 части на миллион, вызывает упадок питания, изменения в крови, а в дальнейшем уменьшение сопротивляемости к инфекционным заболеваниям. В таких же условиях вдыхание хлора в концентрации 0,002 мг/л, или 0,7 части на миллион, было уже безвредно.¹⁸

2. У человека. При продолжающемся годами пребывании в атмосфере, содержащей хлор, как это имеет место в белильных бумажных и текстильных фабрик и в прачечных, где концентрация этого газа доходит до 0,015 мг/л, т. е. немного более 5 частей на миллион, у рабочих отмечается бледная, зеленоватая окраска лица; такие люди преждевременно старятся и в большинстве случаев страдают болезнями бронхов и легочными кровотечениями. При наличии предрасположения в таких случаях может развиваться туберкулез¹⁸. Подобным же образом действует продолжающееся годами перетаскивание бумаги, пропитанной хлорной известью.

В противоречии с вышеописанными наблюдениями находится широко распространенное в заведениях, где имеют дело с хлором, мнение, что следы хлора во вдыхаемом воздухе предохраняют от заболеваний дыхательных органов. До сих пор однако это мнение не нашло подтверждения в эксперименте. Наоборот, Рондани имел возможность доказать, что у животных продолжительное вдыхание максимально переносимых концентраций хлора, а именно порядка 0,002 мг/л, или приблизительно 0,7 части на миллион, не вызывает повышения резистентности по отношению к инфекционным заболеваниям¹⁸. С другой стороны, при массовых опытах, которые провел Диль над больными насморком студентами, лечение хлором оказа-

лось лучше всех остальных методов лечения; при остальных формах простудных заболеваний этот метод лечения оказался все же негодным^{6а}. См. также раздел «Газы в медицине».

Токсичность хлора для человека (по Леману-Гессу)

Экспозиция и действие	мг/л	Части на миллион (см ³ /л ³), (приблизительно)
Быстрая смерть	2,5	900
Смерть в течение 1/2—1 часа или позже (Гесс)	0,1—0,15	35—50
При экспозиции 1/3—1 час опасна для жизни (Гесс)	0,04—0,06	14—21
При экспозиции 1/2 часа не вызывает никаких последствий	0,01	3,5
Вызывает отравление при многочасовом воз- действии	0,001	0,35
Не вызывает существенных явлений отравления при 6-часовой экспозиции	0,003—0,006	1—2

Действие хлора на человека (по Гендерсону-Хаггарду⁵)

Действие	мг/л (приблизи- тельно)	Части на миллион (см ³ /л ³)
Запах оцутим обонянием ²⁰	0,01	3,5
Раздражение в зеве ²⁰	0,04	14,0
Кашлевое раздражение ²⁰	0,08	28,0
Максимально переносимая концентрация при длительной экспозиции ²⁰	0,003	1,0
Максимально переносимая концентрация при кратковременной экспозиции (1/2—1 час) ⁷	0,012	4,0
Опасна даже при кратковременной экспозиции ⁷	0,12—0,18	40—60
Быстро ведет к смерти при кратковременной экспозиции ⁷	2,8	1000

Работоспособность в атмосфере хлора (по Матту¹⁵)

	мг/л (приблизи- тельно)	Части на мил- лион (см ³ /л ³)
Нормальная работа возможна при	0,003—0,006	1—2
Работа еще возможна, но пребывание тягостно	0,006—0,009	2—3
Работа невозможна	0,012	4

Терапия. (См. раздел «Лечение газотравмированных» — Раздражающие газы). В легких случаях отравления приносит облегчение вдыхание паров смеси из одинаковых частей алкоголя и эфира. Показана дача внутрь смеси алкоголя, эфира и нашатырно-анисовых капель в равных частях¹⁰. В тяжелых случаях необходимо кровопускание и дача кислорода, кроме того показаны горчичники и холодные

обертывания шеи и груди. Состояние раздражения заметно облегчается крепким кофе.

Для предупреждения развития бронхопневмонии и прочих осложнений показаны покой и тепло; при кашле дается кодеин или морфий (осторожно!).

Рекомендованное в свое время вдыхание анилина (и аммиака — ред.) противопоказано.

При раздражении конъюнктивы обычная терапия.

Защита. Пользование противогазом; см. раздел «Противохимическая защита». Кроме того см. Вильгельми²².

Обязательное постановление НКТ СССР от 10 марта 1931 г. № 63. «Известия НКТ СССР» от 30/III 1931 г. № 9.

Извлечение из «Правил устройства, содержания и безопасности работ при производстве хлора и хлорной извести».

I. Общие положения

1. Настоящие правила распространяются на все производственные предприятия по производству электролитного хлора и хлорной извести как в камерах, так и автоматически действующих аппаратах Газенклевера, Бакмана и др...

II. Рабочие помещения

3. В помещениях электролизеров кроме выходов, устройство которых предусмотрено Правилами и Нормами для промышленного строительства, утвержденными НКТ СССР 5 марта 1929 г. в части оздоровления труда и введенными в действие постановлением комиссии по строительству при СТО от 5 марта 1929 г. («Известия НКТ СССР», 1929 г., № 15—16 и 34—35), должны быть устроены запасные выходы, ведущие непосредственно наружу.

Если электролизеры помещаются выше первого этажа, то запасные выходы должны вести на открытые балконы, должны быть снабжены перилами высотой не менее 1 м со сплошной зашивкой внизу высотой не менее 18 см.

Расстояние наиболее удаленной точки пола до выхода наружу (на балкон) должно составлять не более 25 м. В случае, если это расстояние по карнизу составляет более 25 м, необходимо устроить дополнительный выход через окно, окрашенное в красный цвет.

4. Полы в помещениях электролизеров между отдельными ваннами (если не применяются ртутные катоды) должны быть цементные, водонепроницаемые, с уклоном для стока жидкости. В проходах полы должны быть покрыты деревянными решетками.

В случае работы в калошах, устройство деревянных решеток необязательно. В случае применения тока высокого напряжения, при последовательном соединении ванн, рабочие площадки должны быть изолированы от земли и должны быть приняты все меры для защиты работающего от высокого напряжения, согласно обязательному постановлению НКТ СССР от 8 октября 1929 г. № 327 о правилах безопасности и правилах устройства для электротехнических сооружений сильных токов низкого и высокого напряжения («Известия НКТ СССР», 1929 г. № 45—46)...

10. Магистральный трубопровод для хлора, отводящий хлор в хлорные камеры, в установки для сближения или для других производственных целей, должен иметь запасный вентилятор, обеспечивающий возможность вывода хлора из ванны в случае повреждения основного производственного вентилятора.

Вывод хлора или должен быть герметизирован при его сжижении или должен производиться в специальные хлороуловители. Выпуск хлора наружу воспрещается.

11. Хлоропровод электролитических ванн должен быть устроен таким образом, чтобы при взрыве ванны было возможно быстрое разобщение хлоропровода с этой ванной и чтобы была исключена при этом возможность выпуска хлора из магистрального трубопровода в рабочее помещение.

Желательно автоматическое закрытие хлоропроводной сети при взрыве ванны или разрыве одной из секций.

12. Водород, образующийся при электролизе, должен отводиться вполне герметическим трубопроводом для утилизации.

Если водород не утилизируется, то допускается вывод его в атмосферу по вполне герметическому трубопроводу.

Расстояние трубопровода и места выпуска водорода в атмосферу от каких бы то ни было дымовых труб и источников огня должно быть не менее 50 м...

14. Все аппараты и трубопроводы, работающие под вакуумом, должны быть снабжены контрольными приборами так, чтобы был обеспечен контроль за вакуумом во всех частях аппаратуры и трубопроводов.

15. Трубопроводы должны быть хорошо изолированы по отношению к электричеству и должны быть окрашены масляной краской в различные цвета, отдельные для рассола, для холодной воды, для хлора и т. д. применительно к действующим правилам...

20. Хранение ртути и грязи, смешанной со ртутью, в помещении электролизеров воспрещается.

21. В местах, где возможно проливание ртути на пол, должны быть устроены канавы с уклоном, заканчивающимися карманом.

Канавы и карманы должны быть всегда наполнены водой.

24. Баки для очистки рассолов и баки, содержащие отработанный рассол (сатураторы), должны иметь переходы с перилами для их обслуживания.

Баки для нейтрализации щелочных растворов, имеющие выделения кислотных паров, должны быть закрыты и снабжены местными отсосами.

25. В аппаратах Газенклевера загрузка извести и выгрузка хлорной извести должны быть механизированы и герметизированы.

27. Все баки для сбора и хранения электролитического щелока, а также баки для хранения купоросного масла, применяемого для осушки газообразного хлора, должны быть или закрыты или ограждены перилами высотой не менее 1 м.

28. Отработанные газы, выходящие из аппаратов для хлорирования извести, должны пропускаться в башни, постоянно орошаемые известковым молоком, с выпуском газа на высоту выше конька крыши бакингов.

29. При карбонизации соляных растворов не допускается свободный выход в рабочее помещение избыточной (не вошедшей в реакцию) углекислоты.

Баки или другие сосуды, применяемые для этой цели, должны быть снабжены вытяжками, отводящими газы наружу...

31. Все работы в местах, в которых возможно выделение в рабочую зону вредных паров, газов, а также и пыли, как то: у известково-обжигательных печей, генераторов, аппаратов для заглаживания и хлорирования извести и укупорки хлорной извести, должны производиться в соответствующим приспособленных респираторах, масках и т. п.

Кроме этого работа у электролизеров должна производиться в предохранительных очках и резиновых перчатках, а при укупорке хлорной извести — в предохранительных очках и галошах...

34. Хлорная известь должна храниться в холодном вентилируемом помещении, отдельно от всех других помещений...

Отопление и вентиляция

40. Во всех без исключения помещениях по производству хлора и хлорной извести в окнах должны быть устроены фрамуги. При этом в помещениях хлорирования извести, электролизеров и укупорки хлорной извести фрамугами должно быть снабжено от 40 до 60% окон, а в остальных помещениях — от 30 до 40% окон.

Общая площадь фрамуг должна составлять не менее 10% от площади оконных отверстий освещаемого окнами помещения.

41. В помещениях электролизеров, осушки хлора, хлорирования извести и укупорки хлорной извести должна быть устроена искусственная вентиляция, обеспечивающая остаточное содержание хлора в рабочей зоне не более 0,002 мг в 1 л воздуха.

42. В местах выгрузки хлорной извести из аппаратов, обожженной извести из печей, а также в местах загрузки шихты в эти последние должны быть устроены местные отсосы для пыли, обеспечивающие достаточную борьбу против пыли.

43. В местах обработки графита для электродов должны быть устроены местные отсосы.

44. При налинии помещения для разлива жидкого хлора, а также в случае приготовления гипохлорита, в этих помещениях должна быть устроена местная отсасывающая вентиляция, обеспечивающая содержание хлора в рабочей зоне не более 0,002 мг в 1 л воздуха, с притоком свежего подогретого воздуха.

Вспомогательные помещения для рабочих

45. Раздевальни должны непосредственно примыкать к соответствующему цеху и должны быть оборудованы шкафами для хранения верхней одежды и спецобуви. Число шкафов должно быть рассчитано по числу рабочих, занятых на работе в течение суток.

Шафы должны иметь приспособления для проветривания, а в случае хранения мокрой одежды также приспособление для просушки одежды.

Для рабочих на бакманах, известковых печах и жидком хлоре должен быть устроен пропускник...

48. Помещения для отдыха и приема пищи должны располагаться непосредственно при производственных зданиях и должны быть вполне изолированы от производственных и других помещений...

50. Вспомогательные помещения для рабочих должны быть совершенно изолированы от проникновения в них паров и газов...

Приготовление жидкого хлора

54. Компрессорное отделение для сжижения хлора должно иметь аварийную вентиляцию.

55. При разливе хлора должны быть устроены местные отсосы с соответствующим притоком в помещение чистого воздуха.

56. К работам с хлором во всех операциях следует допускать только обученный и инструктированный персонал.

Спецодежда и предохранительные приспособления

57. Рабочие должны быть снабжены спецодеждой и предохранительными приспособлениями по нормам НКТ СССР.

58. Рабочие у электролизеров, бакманов и отделения жидкого хлора на случай выделения хлора в значительных количествах должны быть снабжены противогазами, а также должны иметься запасные противогазы для подсобных рабочих...

(В. Марфеин и др., «Техника безопасности и производственная санитария», 1935 г., стр. 484—489).

Обязательное постановление НКТ СССР от 24/VI 1930 г. № 217.
(«Известия НКТ СССР», 1930 г. № 19).

Извлечение из «Правил хранения жидкого хлора в потребляющих его производственных предприятиях».

1. Назначение, расположение и устройство складов для хранения жидкого хлора

1. Склады для хранения жидкого хлора разделяются на расходные и базисные склады.

2. Расходные склады служат для хранения жидкого хлора, непосредственно поступающего из них в производства, и располагаются в черте данного производственного предприятия (ст. 11).

3. Базисные склады служат для хранения жидкого хлора, поступающего из них в расходные склады, находящиеся в данном производственном районе, или в расходные склады одного или нескольких производственных предприятий и должны располагаться вне черты производственного предприятия и вне черты населенного пункта (ст. 11) (городов и селений).

4. Количество жидкого хлора, допускаемого к хранению в расходном складе, исчисляется по следующим нормам:

а) При благоприятных условиях для поступления хлора из базисного склада в расходный разрешается хранить в расходном складе не более пятидневного потребления хлора данным предприятием. Если эта пятидневная норма не достигает 0,5 т, то разрешается хранить до 0,5 т.

б) При затруднительных условиях поступления хлора из базисного склада в расходный разрешается хранить в расходном складе не более десятидневного потребления хлора данным предприятием.

в) В расходных складах, расположенных в черте города, разрешается хранить не более 2 т хлора, хотя бы пятидневная или десятидневная норма потребления оказалась выше.

5. В базисном складе разрешается хранить жидкий хлор в следующих количествах: а) не более десятикратного количества жидкого хлора, допускаемого к хранению в расходных складах, обслуживаемых данным базисным складом — при благоприятных условиях для поступления жидкого хлора в базисный склад, и б) не более трехмесячного расхода жидкого хлора предприятиями, обслуживаемыми данным базисным складом — при затруднительных условиях поступления жидкого хлора в базисный склад.

9. Расходные склады до 250 кг могут помещаться и в подвальных помещениях производственных или складочных строений, при условии полной изоляции

нанности этих помещений в отношении входов и вентиляций и удовлетворения требованиям общегосударственных противопожарных правил.

10. Расходные и базисные склады и кровли их должны удовлетворять следующим правилам:

а) Должны быть построены из огнестойкого плохо проводящего тепло материала или должны быть земляночного типа, установленного для тыловых военных складов хлора.

б) Склады должны быть обеспечены выходами непосредственно наружу, причем в складах вместимостью более 50 т должно быть не менее двух выходов непосредственно наружу, расположенных в торцовых стенах здания. Двери должны открываться наружу.

г) Искусственная вентиляция склада, если она устраивается, должна быть управляемого типа, чтобы при нужде вентиляционные токи могли быть приглушены.

11. Расстояния стен расходных и базисных складов от стен ближайших к ним зданий населенных и производственных пунктов должны быть следующие:

а) для складов вместимостью до 1 т			не менее 12 т		
"	"	"	от 1 до 2 т	"	25 "
"	"	"	" 2 " 5 "	"	50 "
"	"	"	" 5 " 25 "	"	150 "
"	"	"	" 25 " 50 "	"	200 "
"	"	"	" 50 " 75 "	"	300 "

и выше по особому разрешению.

12. Для удобства сохранения базисных складов, выходящих вне зоны, находящейся под охраной территории склада, кругом них должна быть устроена ограда (напр., из колючей проволоки и т. д.).

13. Сторожки, если они потребуются на территории склада, должны удовлетворять в отношении материала требованиям п. «а» ст. 10 и должны находиться не ближе 12 м от склада.

II. Порядок хранения баллонов и специальных бочек с жидким хлором

14. Баллоны и бочки (в полтонны или в 1 т жидкого хлора каждая) должны размещаться на деревянных подкладках на полу склада, либо в стоячем положении баллонов, устанавливаемых в гнездах, вентилем вверх, либо в лежачем положении баллонов или бочек вентилями, обращенными в проход.

15. В стоячем положении на полу разрешается устанавливать не более одного яруса баллонов или бочек, причем по ширине установки не должно быть более шести баллонов или более двух бочек.

В лежачем положении на полу допускается укладка не более пяти ярусов баллонов и не более одного яруса бочек при отсутствии механического оборудования или не более двух ярусов бочек при наличии механического оборудования. Ширина укладки при этом должна быть не более двух баллонов или бочек.

III. Меры предосторожности

1. Общие меры

18. При приеме в склад баллонов или бочек с жидким хлором должно быть обращено самое серьезное внимание на исправность оболочек и вентиляей.

Вновь прибывшие партии баллонов или бочек с хлором не должны смешиваться при укладке их с находящимися баллонами или бочками и должны подвергаться наблюдению в течение не менее двух суток в целях определения исправности тары (не происходит ли утечка хлора).

19. При переноске, перевозке и укладке баллонов и бочек следует избегать ударов, бросание их недопустимо, особенно тщательно следует оберегать вентили.

20. По использовании на баллонов и бочек хлора должна быть определена полнота их опорожнения путем взвешивания опорожненного баллона и бочки.

Не вполне опорожненные баллоны и бочки при отправке их на завод наполнения должны снабжаться документом, указывающим на содержание в них остатков хлора.

22. Снаружи склада должны иметься антихлор и гидропульты для разбрызгивания антихлора в случае надобности.

23. Каждый рабочий склада должен быть снабжен противогазовой маской. Кроме того желательно, чтобы при складе имелась кислородная маска на случай появления в складе хлора в большом количестве. Эта маска должна помещаться в ящике за стеклами у входа в склад, здесь же должно быть 2—3 запасных противогаса.

24. В самих складах и при входе в них, а также в помещениях, обслуживающих эти склады, следует установить ведра с раствором гипосульфита с содой и иметь в указанных местах запас чистых тряпок.

25. Перед входом в помещение склада с жидким хлором предварительно выясняется наличие в помещении свободного газа и концентрация его посредством специальных реактивных бумажек, в качестве которых может быть иодокрахмальная бумажка, смоченная дистиллированной водой, дающая синее окрашивание при наличии в воздухе свободного хлора.

Реактивные бумажки могут применяться в приборах газоопределителей, а если таковых не имеется, то реактивные бумажки прикрепляются к палке с крючком на конце.

Для выяснения наличия свободного газа в помещении склада желательно применять газоопределяющие приборы проф. Косоногова или другие равноценные приборы, вставляемые в контрольные фонари; при применении этих приборов световые и звуковые сигналы от них должны устанавливаться у входов в помещение склада, а также и у дежурного пожарной команды.

Для выяснения наличия свободного газа в помещении склада в контрольные фонари желательно устанавливать клетки с дежурными голубями или мышами.

Если тем или другим способом будет обнаружена значительная концентрация газа в помещении склада, то склад должен быть провентилирован; двери должны быть открыты не менее как на 2 часа и должны быть приняты меры для обнаружения мест утечки газа и удаления из помещения протекающих баллонов или бочек.

Дегазация помещений склада и зараженных хлором мест производится раствором гипосульфита и соды при помощи гидропульты.

Вход в склад может допускаться исключительно лишь в противогазовых масках.

29. Течь хлора из баллона или бочки должна быть приостановлена заливкой течи водой (образование льда).

При упорной течи баллон удаляется из помещения рабочим в противогазе и погружается в воду с гипосульфитом и содой.

После временной приостановки течи такие баллоны и бочки удаляются из склада для исправления вне склада.

31. Работы по ремонту текущих баллонов и бочек (ст. 29) должны производиться на открытом воздухе или под навесом.

32. Люди, работающие на складе с хлором и в близких к нему помещениях, должны быть ознакомлены с природой хлора, его действием на человека и мерами предосторожности при устранении течи газа.

В целях обучения персонала следует производить показательные течи газа. В помещениях должны быть вывешены краткие, но точные указания о том, как следует поступать в случае газовой течи.

(Якимчик, 1930 г., стр. 347—350; В. Марфенин и др., 1935 г., стр. 478—482).

О применении стальных бочек полутонной и однотонной емкости для налива, транспортировки и хранения жидкого хлора. (Извлечение из инструкции НКТ СССР 22/IV 1933 г. № 46) *.

1. Рабочие при наливке жидкого хлора в бочки должны быть снабжены спецодеждой и предохранительными приспособлениями по нормам НКТ СССР.

2. Химзаводы-наполнители обязаны производить проверочные испытания хлорных стальных бочек на гидравлическое давление 22 ат не реже одного раза в год.

4. После гидравлического испытания хлорные бочки до их наполнения хлором должны быть тщательно просушены изнутри сухим воздухом с температурой не ниже 40° С.

5. Наполнение бочек жидким хлором допускается не более 1 кг на 0,8 л емкости бочек.

* В новом проекте правил применение бочек допускается лишь при обеспечении механизированного транспорта и подъема таковых.

6. Вентили, устанавливаемые на хлорные бочки, должны быть подвергнуты на химзаводе-наполнителе особо тщательному и детальному осмотру.

Вентили должны быть в полной исправности, абсолютно чистыми и сухими и должны быть проверены на герметичность пневматическим испытанием.

После наполнения бочек хлором вентили должны быть завинчены доотказа и закрыты предохранительными колпаками, каковые подлежат опломбированию.

При перекачивании бочек, транспорте и укладке следует избегать ударов, особенно тщательно следует оберегать вентили.

7. После наполнения и перед отгрузкой бочек с жидким хлором вентили каждой бочки обязательно проверяются на герметичность аммиаком.

При хранении бочек с жидким хлором вентили на каждой бочке также проверяются на их герметичность аммиаком не реже одного раза в 5 дней.

8. Срок хранения жидкого хлора в стальных бочках устанавливается не свыше 4 месяцев со дня их наполнения.

9. На обязанности погребителей лежит полное опорожнение бочек, перед их возвратом, от жидкого хлора. Возврат порожних бочек производится с наглухо завинченными вентиллями и закрепленными колпаками или скобами.

10. По использованию из бочек хлора должна быть определена полнота их опорожнения путем взвешивания бочек.

В исключительных случаях — по техническим признакам.

Не вполне опорожненные бочки при отправке их на завод наполнения должны снабжаться документом, указывающим на содержание в них остатков хлора.

11. Течь хлора из бочки должна быть приостановлена заливкой течи водой (образование льда).

14. На вагонах, в которых отгружается жидкий хлор в бочках, а равно и на каждой бочке с хлором обязательно должна иметься надпись: «Берегись отравления — жидкий хлор».

15. При погрузке бочек с хлором в железнодорожные вагоны бочки во избежание перекачивания их и ударов одной о другую во время движения вагона должны быть обязательно укреплены подкладками, наглухо прибитыми к полу вагона.

16. К работам с хлорными бочками следует допускать только обученный и инструктированный персонал.

(В. Марфенин и др., 1935 г., стр. 118—119).

Обязательное постановление НКТ СССР от 2/ХП 1929 г. № 370.
(Приложение к № 51—52 «Известий НКТ СССР» за 1929 г.).

Извлечение из «Правил устройства и содержания производственных предприятий по отбелке, окраске, набивке, печатанию и отделке тканей».

1. Общие положения

3. Вновь устраиваемые рабочие поселки и жилые помещения для рабочих и служащих предприятий по отбелке, окраске, набивке, печатанию и отделке тканей должны располагаться таким образом, чтобы газы и пары, выделяющиеся при процессах производства, не относились господствующими в данной местности ветрами по направлению к указанным поселкам и жилым помещениям...

8. Места для складывания тары из-под хлорной извести и других веществ, выделяющих вредные газы или пары, должны быть настолько удалены от рабочих и жилых помещений, чтобы невозможно было вредное влияние их на здоровье рабочих...

12. При выбрасывании из вентиляционных установок в окружающую среду атмосферу ядовитых газов и паров в количествах, оказывающих вредное влияние как в пределах территории, занимаемой предприятием, так и в прилегающей к ней местности, должны быть устроены поглотители для газов и паров или приняты другие меры (как например вывод газов и паров трубами достаточной высоты), парализующие указанное вредное влияние...

39. При предприятиях должны быть устроены отдельные от рабочих и других вспомогательных помещений раздевальни, оборудованные отдельными шкафами для хранения верхней одежды и спецодежды, рассчитанными по числу рабочих, занятых на работе в течение суток...

Для производств, в которых рабочие соприкасаются с пахучими веществами, должны быть устроены шкафы для раздельного хранения чистой и грязной одежды.

Шкафы должны иметь такое устройство, чтобы их возможно было проветривать.

II. Обработка хлопчатобумажных тканей

1. Отбельные и опальные отделения

60. Кислотные, хлорные, щелочные и промывные машины должны быть плотно закрыты* для предотвращения выплескивания и разбрызгивания из них воды.

Для доступа в машины должны иметься закрывающиеся дверки...

63. Спиртовые машины, работающие с раствором хлорной извести, должны быть снабжены местными отсасывающими устройствами для удаления пара или газа (напр., кожух с эксгаустором, засасывающие отверстия или щели).

64. Для кислотки и спиртовки товара должны быть выделены отдельные для каждой из этих операций машины, снабженные каждая только одной проводкой спускных труб для одного какого-либо реактива. Воспрещается производить на одной и той же машине кислотку и спиртовку товара.

Отводящие трубы при выходе за стены помещения должны быть снабжены жидкостными затворами.

В отношении существующих фабрик, на которых не имеется машин для отдельного ведения в них кислотки и спиртовки, с разрешения инспекции труда может быть допущено переменное пользование одной и той же машиной для кислотки и спиртовки...

66. В целях предупреждения выделения хлора в рабочие помещения, отспиртованный товар после лежки и перед пропуском его на кислотку, по возможности, должен быть тщательно промыт...

68. В помещении для приготовления белильных растворов должны быть устроены надлежащие вентиляционные приспособления для удаления вредных газов.

Самое приготовление белильных растворов должно производиться в отдельных помещениях.

69. При ящиках для лежки отспиртованного товара должны быть устроены местные отсасывающие приспособления для удаления хлора...

77. Рабочим, занятым в хлорном отделении, а также машинистам опального отделения должна быть обеспечена возможность пользования по окончании работ душами.

78. Отбельные отделения должны быть оборудованы вентиляцией, обеспечивающей в зимнее время года температуру воздуха в помещении не выше 22° С — при относительной влажности воздуха не выше 80%.

Извлечение из «Обязательного постановления по устройству и содержанию фабрик бумажной промышленности» (Утв. НКТ 3/XI 1922 г.).

3. Помещение для разводки хлорной извести должно отделяться от отбельной плотной стеной.

11. Вентиляция в отбельной, в помещении для разводки белильной извести, в помещении для серных и колчеданных печей, а равно в помещении для изготовления варочных растворов целлюлозных и соломо-массных заводов должна быть так рассчитана и отрегулирована, чтобы содержание хлора в воздухе помещений не превышало 0,003 мг на 1 л воздуха, а содержание сернистого газа 0,06 мг на 1 л воздуха*.

При изготовлении белильных растворов загрузка белильной извести должна производиться целыми бочками под колпаками с вытяжкой.

Вентиляторы, фланцы и герметические затворы трубопроводов для сернистого газа должны содержаться в полной исправности.

(Якимчик, 1930 г., стр. 362—365; В. Марфенин, 1935 г., стр. 242—246).

Женский труд не допускается в бумажной промышленности при работах по хлороразводке. Он запрещен также на работах с хлором при первичной обработке драгоценных металлов. (Обязат. постановл. НКТ СССР № 118 от 10/IV 1932 г., «Изв. НКТ СССР», 1932 г., № 22—23).

Для индикации хлора в воздухе удобнее всего пользоваться крахмальной бумагой, смоченной иодистым калием, которая в присутствии хлора синеет. Смольчик и Коблер¹⁹ исследовали, как идет поглощение этой бумаги при увеличивающихся разведениях хлора в воз-

* Согласно пост. НКТ СССР от 11/VII 1930 г. № 132 максимальное содержание хлора в воздухе рабочих помещений установлено 0,002 мг/л, а сернистого газа 0,04 мг/л для предприятий основной химической промышленности и 0,02 мг/л в остальных отраслях народного хозяйства. Ред.

духе и насколько восприимчиво к запаху хлора человеческое обоняние. Результаты сведены в нижеследующую таблицу.

Объемные %	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³)	Наблюдения		Примечание
			субъективные	бумага, смоченная нодистым калием	
0,5	14,3	50 000	характерный запах; зеленый цвет газа	моментальное посинение	анализ: 0,5%
0,05	1,43	500	явный запах; зеленый цвет газа	моментальное посинение	анализ: 0,049%
0,005	0,143	50	ощутимый запах; газ бесцветный	моментальное посинение	анализ: 0,0052%
0,0005	0,0143	5	слабый запах	посинение через 3—5 сек.	—
0,00005	0,00143	0,5	запаха нет	легкий оттенок, через 10 сек. светлосиний, через 30 сек. без изменений	—

Данные результаты показывают, что реактивная бумажка является более чувствительной, чем человеческое обоняние, и что посинение ее наступает при концентрации 0,014 мг/л через 3—5 сек. Действующие концентрации определяются таким образом с помощью этого метода вполне надежно.

Количественное определение. 1. Воздух с хлором пропускается через раствор иода, после чего производится обратное титрование.

2. Воздух с хлором пропускается через о-толидиновый индикатор [1 г о-толидина растворяется в 100 см³ концентрированной соляной кислоты и разбавляется водой до 1 л]; через 2 мин. определение производится колориметрически по Мюру и Холлу. Этот способ видимо более скорый, чем первый¹⁷.

Литература

1. Bettmann, Dtsch. med. Wchschr. 1901, 437.
2. Хлопин, Военно-санитарные основы противогазового дела, Ленинград 1926.
3. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. S. 212, 1865.
4. Hanslian, Der chem. Krieg. 2 Aufl. S. 46, 1928.
5. Henderson-Haggard, Noxious Gases. P. 131 (рус. пер., Гострудинат, 1930).
6. Herxheimer, Münch. med. Wchschr. 46, 278 (1899). Ztschr. f. angew. Ch. 12, 310 (1899).
- 6a. J. Klempner, Dtsch. med. Wchschr. 1930, 1958.
7. Robert, Kompend. der prakt. Toxikol. 1912.
8. Kramer, Vrljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen 1917, H. 2.
9. Кричевский и Фриде, Журнал микробиол., патол. и инфекц. бол. 3 (1926).
10. Lehmann, Arch. f. Hyg. 7, 231 (1887).
11. Lehmann, Arch. f. Hyg. 17, 335 (1893).
12. Lehmann, Arch. f. Hyg. 34, 302 (1899).
13. Lutz, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 175 (1927).
14. Mac Cord, Journ. amer. med. Assoc. 86, 1687 (1926).
15. Matt, Diss. Würzburg 1889.
16. Michaelis, Fortschr. Ther. 1929, 652.
17. Porter, Ind. and Engin. Chem. 18, 780 (1926).

18. Ronzani, Arch. f. Hyg. 67, 285 (1909).
19. Smolczyk u. Cobler, Gasmaske 2, 27 (1930).
20. U. S. Department of the Interior, Bureau of Mines, Technical Paper 1921, 248.
21. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. S. 70, 1925, (рус. пер. в.д. "На Варті", 1932).
22. Wilhelmi, Gasmaske 1, 16 (1930).

Дополнительная литература

- Аверьянов и Гурвич, Вентиляция промышленных предприятий (1932).
 Вайль, Патолог. анатомия отравлений боевыми ОВ. Медгиз (1932).
 Вольтер, Берберов, Чиркин, Труды Госуд. научн. института охраны труда, 5, в. 2, Москва (1931).
 Гельман, Введение в клинику проф. отравлений, стр. 165, Москва (1929).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 145, 2-е изд., Соцгиз (1931).
 Кальф-Калиф, Труды Украинск. института рабоч. медицины, в. 5, Харьков (1926).
 Кивайко, Гигиена безоп. и патол. труда № 4—5, стр. 159 (1931).
 Навроцкий, Гигиена труда № 3, 34 (1929); № 6, 60 (1927).
 Смирнов, Гигиена труда № 4 (1927).
 Смирнов, Гигиена труда № 11, 47 (1927).
 Смородинцев, Моск. мед. журнал № 2 (1927).
 Чиликин и Набоков, Моск. медиц. журнал № 1 (1927).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, 4-е изд., Гострудинат (1930).
 Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, Профиздат (1935).
 Н. С. Правдин, Руководство промышленной токсикологии. Вып. 1, Биомедгиз (1934).
 Лазарев и Астраханцев, Химические вредные вещества в промышленности, ч. II, ОНТИ 1935, стр. 9—22.

Бром

Формула Br₂. Мол. в.: 159,83.

Получение. Из маточных рассолов при получении калийных солей.

Свойства. Жидкость темнубурого, а в более тонких слоях — красновато-бурого цвета с сильным своеобразным запахом. Уд. в. 3,188. При температуре 20° 1 л воды растворяет в среднем 35 г брома. Хорошо растворим в хлороформе, четыреххлористом углероде и т. п. На воздухе быстро испаряется. Темп. кип. 58,7°; пары брома желтого красного цвета, литр их весит 6,64 г. При температуре приблизительно —7,3° затвердевает в кристаллическую массу, напоминающую иод.

Возможности отравления. При производстве и обработке.

Общий характер токсического действия. Сильное раздражающее вещество для верхних и нижних дыхательных путей; в общем действие сходно с действием хлора, хотя на легкие действует несколько слабее. 1 объем паров брома действует точно так же, как и 1 объем хлора².

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Аналогично отравлению хлором. В противоположность последнему однако уже очень незначительные концентрации паров брома (180 частей на миллион, что соответствует приблизительно 1,2 мг/л) действуют разрушающе на волосы. Эпидермис и белые волосы окрашиваются в желтый цвет. Далее бросаются в глаза многочисленные кровоизлияния в слизистую оболочку желудка, что при отравлении хлором встречается редко.

Кошки, кролики, морские свинки³.

‰	мг/л (приближенно)	Части пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция (часы)	Действие
0,014	0,09	14	6 1/4	В основном только раздражение и умеренная одышка
0,023	0,15	23	7	Одышка
0,18	1,2	180	6 1/2	Сильное раздражение и одышка, дыхание замедленно. У кроликов и морских свинок помутнение роговицы. У кроликов острая смерть
0,3	2,0	300	3	Более сильное раздражение и одышка, ясно выраженные общие явления. Помутнение роговицы у всех животных. У морских свинок острая смерть, у кроликов смерть через несколько часов

На вскрытии у всех животных, затравленных бромом в концентрации 0,18 ‰, можно отметить псевдо-мембранозные отложения на слизистых оболочках воздухоносных путей, отек легких и кровоизлияния в желудке.

2. У человека. При вдыхании незначительных концентраций наблюдается кашель, усиленная секреция слизистых оболочек, носовые кровотечения, удушье, головокружение и наконец головная боль. Иногда через несколько часов наступает понос с желудочными болями; в некоторых случаях можно отметить развитие кореподобной или везикулезной сыпи на туловище и конечностях, которая постепенно в следующие дни исчезает (Брук).

При вдыхании более значительных концентраций. Бурая окраска языка, слизистой оболочки рта и конъюнктив; характерный запах выдыхаемого воздуха; насморк, слюнотечение, кашель, чувство удушья, судорога голосовой щели, хрипота, бронхит, «бронхиальная астма». При известных условиях к этим явлениям позже могут присоединиться более тяжелые симптомы³.

Токсичность брома по Леману-Гессу

Экспозиция и действие	мг/л (приближенно)	Части пара на миллион (см ³ /м ³) (приближенно)
Вызывает смерть сейчас же	3,5	550
Вызывает смерть в течение 1/2—1 часа или позже . .	0,22	35
Опасна для жизни при экспозиции 1/2—1 часа (Гесс)	0,04—0,06	6—9
При экспозиции 1/2—1 часа не вызывает ни сейчас же, ни позже никаких явлений отравления	0,022	3,5
Токсична при многочасовой экспозиции (Гесс)	0,001	0,15
При шестичасовой экспозиции переносится без заметных явлений	0,005	0,75

По Хаггарду¹ минимально опасной является концентрация 60 частей пара на миллион, что соответствует приблизительно 0,4 мг/л при экспозиции в 1 час. ,

Работоспособность в атмосфере, содержащей бром, по Матту⁶.

	мг/л (приблизительно)	Части пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизительно)
Нормальная работа еще возможна при	0,001—0,002	0,15—0,3
Работа возможна, но затруднена	0,002—0,003	0,3—0,45
Работа невозможна	0,004	0,6

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Кролик. Вдыхание паров брома в количестве 0,09—1,5 г на килограмм веса при динамической заправке приводит к смерти (экспозиция не указана). Постепенное увеличение концентрации до 2,6 г на килограмм переносится, хотя вызывает тяжелые явления отравления. Наблюдается упадок веса животного. Уменьшение дозы вызывает хроническое отравление, при котором в крови отмечается уменьшение гемоглобина и увеличение числа лейкоцитов⁵.

2. У человека. Нет указаний на возможность хронического отравления у рабочих (Гирт)⁴. Без сомнения однако такие отравления возможны (бромизм).

Концентрации паров брома в 0,011—0,023 мг/л, что соответствует 1,7—3,5 частям на миллион, вызывают чувство сильного удушья даже при самом кратковременном воздействии (Цедербаум)⁷.

Защита. Как при хлоре.

Индикация. Пропускание через бумажку, пропитанную фуксинсернистой кислотой (посинение).

Определение. Улавливание паров брома раствором едкого кали и определение брома как бромистого серебра.

Литература

1. Haggard, Journ. ind. Hyg. 5, 390 (1924).
2. По Robert, Lehrbuch der Intoxikationen. S. 99, 178 (1906).
3. Lehmann, Arch. f. Hyg. 7, 335 (1887).
4. По Lehmann, Kurzes Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. S. 158, (1919) (рус. пер., ГИЗ, 1923).
5. Marino, Arch. Farmacologia speriment. 29, 48 (1920).
6. Matt, Diss. Würzburg 1889.
7. Цедербаум, Гигиена труда 1927, № 10, 61.

Дополнительная литература

- Жазарев, Бюлл. Ленингр. ин-та орг. и охр. труда № 14—15 (1932).
 Памфилов (ред.), Промышленно-санитарная химия, стр. 56 (статья Тейс).
 Соцэкгиз (1931).
 Хлопин, Химическая промышленность и народное здоровье, очерк II, стр. 21, НХТИ (1921).
 Carozzi, Brome, Hygiène du travail № 116, Genève.

Иод

Формула I_2 . Мол. в.: 253,84.

Получение. Из маточных рассолов чилийской селитры и из золы водорослей.

Свойства. Темносерые кристаллы с металлическим блеском и своеобразным запахом. Темп. пл. $113,7^\circ$. Темп. кип. при 760 мм $184,35^\circ$; уд. в. при 17° 4,948. Легко летуч уже при обыкновенной температуре; насыщенные пары интенсивно синего цвета, ненасыщенные — фиолетового или красновато-фиолетового. Литр пара весит 10,54 г.

Возможности отравления. При получении и обработке.

Общий характер токсического действия. Пары иода действуют разъедающе, подобно бром и хлору, но более сильно на все ткани, особенно на слизистые оболочки, и как и эти вещества он действует на все отрезки дыхательных органов¹.

Явления отравления

а) Острые отравления. 1. У животных. Вдыхание паров иода в количестве 10 мг/кг веса * вызвало у собаки через 24 часа развитие отека легких².

2. У человека. Разъедающее и раздражающее действие иода сильнее, чем брома и хлора (Матт, самонаблюдения)⁴. Действие иода выражается в кашле, насморке, слезотечении, опухании в области околоушной железы, головной боли, временном оглушении, головокружении («vertige jodique»), шуме в ушах, появлении «искр из глаз»³.

Уже вдыхание паров насыщенного водного раствора иода (приблизительно 1 : 3000) ведет к неприятному раздражению.

Работоспособность в атмосфере иода по Матту⁴

	мг/л	Части пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизительно)
Нормальная работа возможна еще при	0,001	0,1
Работа еще возможна, но затруднена	0,0015—0,002	0,15—0,2
Работа невозможна	0,003	0,3

Идиосинкразия. Некоторые люди, особенно больные базедовой болезнью, обнаруживают идиосинкразию к иоду и соответственно этому обладают повышенной восприимчивостью даже к незначительным количествам этого вещества.

б) Хроническое отравление (иодизм). Главнейшие симптомы: катарры слизистых оболочек (иодный насморк). Вследствие резорбции иода развивается кахексия, упадок питания³ и иногда хронический фарингит¹.

Защита. Как при хлоре.

Определение. Улавливание паров иода свежеприготовленным раствором иодистого калия и титрование тиосульфатом.

* Речь идет об общем количестве иода, превращенном в пар, которым затем дышало животное. Такой способ дозирования явно неудачен, поскольку трудно представить возможность полного поглощения легкими всего возогнанного вещества. Кроме того отсутствуют данные об экспозиции. *Ред.*

Литература

1. Chevallier, Ann. d'hygiène publ. 47, 313 (1842), по Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 150, 1919.
2. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 106, 1929.
3. Luckhardt-Koch, J. Pharm. u. Exper. Therapeutics 15, 20 (1920).
4. Matt, Diss, Würzburg, 1889.

Дополнительная литература

- Carozzi, Jode, Hygiène du travail № 234, Genève (1931).
 Egli-Rüst (русс. пер.). Несчастные случаи при химических работах, стр. 72, НХТИ (1926).
 Lehmann, Краткий учебник рабоч. и профес. гигиены, стр. 164, ГИЗ (1923).

Галоидные соединения иода**Одноклористый иод**

Формула: JCl . Мол. в.: 162,38.

Получение. Действием иода на хлор.

Свойства. Кристаллы красно-бурого цвета; уд. в. 3,182; растворим в воде с отщеплением иода; обладает колющим запахом, похожим и на запах хлора и на запах иода. Темп. пл. 27° . Темп. кип. ок. 97° . Литр пара весит 6,81 г.

Треххлористый иод

Формула: JCl_3 . Мол. в.: 233,29.

Получение. Действием иода на избыток хлора.

Свойства. Кристаллы различных оттенков от желтого до красно-бурого, с пронизывающим колющим запахом. При температуре около 25° распадается на одноклористый иод и хлор.

Однобромистый иод

Формула: JBr . Мол. в.: 206,84.

Получение. Взаимодействием компонентов при 25° .

Свойства. Кристаллическая масса, красновато-бурого цвета, с колющим запахом; растворима в воде с частичным разложением. Темп. пл. около 40° . Литр пара весит 8,61 г.

Общий характер токсического действия. Действие аналогично действию иода, соответственно однако большей растворимости эти соединения являются более сильными раздражителями верхних дыхательных путей.

Окислы хлора**Окись хлора**

Формула: Cl_2O . Мол. в.: 86,91.

Получение. Действием хлора на окись ртути.

Свойства. Жидкость темного цвета с сильным резким запахом; тяжелее воды. Темп. кип. $3,8^{\circ}$. Пары желто-красного цвета, литр пара весит 3,62 г. Чрезвычайно легко взрывает, при известных условиях взрыв происходит при подпизивании ампулы при температуре -20° . Сильно раздражает глаза.

Двуокись хлора

Формула: ClO_2 . Мол. в.: 67,46.

Получение. Из хлорноватокислого калия и серной кислоты.

Свойства. Жидкость красно-бурого цвета; темп. кип. 10° (731 мм). В охлаждающей смеси застывает в красно-оранжевые кристаллы. Темп. пл. -59° . Очень легко превращается в пары темножелто-зеленого цвета; обладает удушливым запахом, напоминающим запах нитрозных газов, в больших разведениях запах становится пряным, в очень больших разведениях — похожим на запах озона. Литр пара весит 2,80 г. В воде легко растворяется без гидролиза; раствор желтого цвета и при нагревании в темноте выделяет ClO_2 .

Общий характер токсического действия. Аналогичен действию хлора, но еще более раздражающий и ядовитый.

Явления отравления

Случай отравления. Патроны для вспышки магния, приготовленные с хлорноватокислым калием, при зажигании разложились с образованием окислов хлора. При фотографических съемках в замкнутом помещении при употреблении вышеупомянутых патронов имело место отравление, причем пострадавший находился без сознания в течение 2 час.; позже наступила рвота, катарр бронхов, боли в затылке и в висках, анестезия и парестезия в руках и кончиках пальцев, уменьшение остроты зрения, очень сильное расширение зрачков, паралич левого абдуктора и помутнение роговицы. Выздоровление наступило через 13 недель². Имело ли здесь место действительно отравление двуокисью хлора, кажется сомнительным.

Определение. Пропускание через раствор иодистого калия и титрование после прибавления серной кислоты.¹

Литература

1. Bray, Ztschr. f. physik. Ch. 54, 574 ff. (1906).
2. Gräfe, Dtsch. med. Wchschr. 1902, № 11.

Хлористый водород

Формула: HCl . Мол. в.: 36,46.

Получение. Главным образом из поваренной соли и серной кислоты или поваренной соли, бисульфата и перегретого водяного пара.

Свойства. Бесцветный газ. Литр его весит 1,52 г. На воздухе образует белый туман вследствие сгущения атмосферных водяных паров и образования соляной кислоты в виде мельчайших капелек. Легко растворим в воде. В продажу поступает как соляная кислота в виде растворов различной крепости. Концентрированная, так называемая «дымящая», соляная кислота содержит немного более 38% хлористого водорода, концентрированная кислота, продающаяся в аптеках, — 25%. Кислота, содержащая более 25% хлористого водорода, уже при обыкновенной температуре отдает часть его в воздух, вследствие чего образуется белый туман.

Общий характер токсического действия. Сильное раздражающее вещество особенно для верхних дыхательных путей; более сильно раздражает в безводном состоянии. Резорбтивное действие кислоты отсутствует на задний план.

Вследствие присутствия в соляной кислоте мышьяка могут иметь место смешанные отравления. См. раздел «Комбинированные отравления».

Возможности отравления. Чаще всего хлористый водород действует не в виде безводного газа, а как туман, образовавшийся с водяными парами воздуха. Среди имеющихся повсюду разнообразных возможностей отравлений в промышленности и технике следует упомянуть следующие.

Отравления возможны при производстве соляной кислоты, соды, хлора, сульфата, хлорного олова, искусственных удобрений, при хлорирующем обжигании руд, на гончарных заводах, в эмалевом производстве, на стекольных заводах, при паяльных работах, в белильнях, на фабриках искусственной шерсти и на резиновых заводах при карбонизации. Особенно часты бывают отравления при протравливании железа.

При этом процессе железо в целях его очищения помещается в кислоту. Происходит бурное образование водорода, причем каждый пузырек получающегося водорода покрыт оболочкой, состоящей из кислоты, которая таким образом попадает в воздух.

Отравления хлористым водородом могут иметь место и при пожарах, когда при разрывах баллонов, содержащих соляную кислоту, образуются значительные количества кислотных паров, могущих отравить пожарных.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных³. У животных острое отравление выражается в раздражении и разъедании всех слизистых оболочек, с которыми хлористый водород входит в соприкосновение; особенно поражается нос, где часто развиваются влажный или сухой некроз, ведущий при известных обстоятельствах к отделению частей раковин или носовой перегородки. При более высоких концентрациях наступает изъязвление роговой оболочки глаза (некроз эпителия), которое однако обычно не оставляет стойких изменений. Всегда имеется сильное слюнотечение. Частота дыхания временами уменьшена. Общее состояние вследствие раздражения сильно нарушено. В качестве осложнений может развиваться воспаление легких. При смертельных отравлениях на вскрытии можно отметить гиперемии и отек легких, иногда кровоизлияния в желудке.

Вид животного	‰	мг/л (приблизительно)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция (часы)	Действие
Кошки, кролики	0,1—0,14	0,15—0,21	100—140	до 6	Легкие явления отравления (раздражение слизистой оболочки носа, слюнотечение) без последующих явлений
Кролики, морские свинки	0,3	0,45	300	6	Незначительное поражение роговой оболочки и катарры
	1,35	2,0	1350	1 1/4	Сильное раздражение, одышка, помутнение роговицы
	3,4	5,0	3400	1 1/2	Смерть через 2—6 дней

Морские свинки повидимому в общем чувствительнее к действию хлористого водорода, чем кошки и кролики.

У кошек и кроликов при вдыхании воздуха, содержащего хлористый водород, спустя $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ часа в большинстве случаев наступает спячка, продолжающаяся до 2 час.

Так как при более высокой температуре дыхание ускоряется, в результате чего организм получает больше яда, то в тепле (38°) действие хлористого водорода сильнее:

0,15—0,28 мг/л, что соответствует приблизительно 100—190 частям на миллион, является не действующей концентрацией.

0,67 мг/л, что соответствует приблизительно 450 частям на миллион, при комнатной температуре—легкое раздражение; при 38° эта же концентрация вызывает хрипы и в ряде случаев смерть вследствие отека легких, ожога воздухоносных путей и припухания гортани⁶.

Приблизительно 70% вдыхаемого хлористого водорода абсорбируются главным образом слизистой оболочкой носа (кролики). При сравнительно незначительных количествах хлористого водорода вряд ли может иметь место резорбтивное действие. Несомненным является преобладающее местное, но наблюдается незначительное церебральное действие^{4, 5}.

2. У человека. Главным симптомом отравления здесь является раздражение верхних дыхательных путей. Поражение слизистой оболочки носа может привести к образованию изъязвлений на перегородке носа⁴.

Абсорбция вдыхаемого хлористого водорода доходит до 89—90% и является таким образом большей, чем у животных^{4, 5}.

Небольшие количества хлористого водорода в воздухе легче обнаруживаются на вкус, чем на запах (Гирт)³.

Хлористый водород может вызвать воспаление соединительной оболочки глаз и поверхностные повреждения роговицы⁹.

На коже как на одетых, так и на не одетых частях тела хлористый водород вызывает воспалительные, быстро проходящие явления (Гирт). Уже при держании кисти с неповрежденной кожей в атмосфере паров хлористого водорода человек испытывает чувство жара³.

Концентрация хлористого водорода 0,05 мг/л, что соответствует приблизительно 35 частям на миллион, переносится примерно в течение 10 мин.; эта концентрация вызывает раздражение в носу, гортани, колотье в груди, хрипоту и ощущение удушья в горле; при этом не бывает ни кислого вкуса во рту, ни раздражения глаз.

Привычные люди в состоянии выносить концентрацию хлористого водорода от 670 до 1250 частей на миллион, что соответствует приблизительно 1—2 мг/л в течение нескольких минут, пока закрытие голосовой щели делает невозможным дальнейшее вдыхание этого газа. В воздухе фабричных помещений концентрация хлористого водорода 0,1—0,15 мг/л, что соответствует приблизительно 67—100 частям на миллион, является максимально допустимой^{3*}.

Эйленберг отмечает понижение чувствительности («привыкание») к хлористому водороду. Им же отмечена воспалительная краснота гортани и бронхов¹. В последующей литературе «привыкания» к хлористому водороду не отмечается.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. При затравке кроликов, морских свинок и голубей хлористым водородом в концентрации 0,1 ‰ или 100 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,15 мг/л, в течение 50 дней по 6 час. каждый день можно

* По советским законам (Об. пост. НКТ от 30/VIII 1922 г.) максимально допустимая концентрация HCl в рабочих помещениях 0,007 мг/л. Приведенные авторами цифры (по данным Лемана 1886 г.) явно преувеличены и находятся в противоречии с приведенными ниже данными Матта и др. Ред.

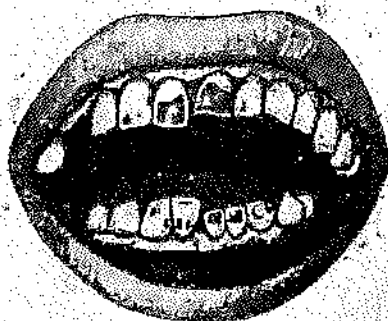


Рис. 16. Разрушение зубов при хроническом отравлении хлористым водородом (из книги Lehmann, Kurzes Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, Leipzig 1919). ;

было отметить только беспокойство, явления раздражения (глаз и носа) и незначительное затруднение дыхания. Нельзя было доказать ясно выраженного влияния такой заправки на состояние питания животного; имелось только незначительное уменьшение в крови гемоглобина⁸.

2. У человека. Один случай отравления описан Шауэнштейном. Он наблюдал сильное исхудание и слабость; горячую, сухую землистого цвета кожу, жестокие, давящие головные боли, бессоницу, одышку, кашлевое раздражение, учащенное везикулярное дыхание с мелкопузырчатыми хрипами; скудную мелко пенистую мокроту, выделяемую с большим напряжением; при обычной нормальной сердечной деятельности ежедневные частые приступы сильного сердцебиения; малый пульс (70—80 в минуту). Жестокие боли в немного вздутом животе, которые увеличивались после принятия пищи, рвоту желтоватой слизью, ежедневно 2-3 раза пюреобразный стул, скудную мочу светловато-желтого цвета. Данные вскрытия не приводятся⁹.

При хроническом отравлении хлористым водородом часто страдают зубы. Вначале появляются на передней поверхности резцов буроватые пятна, затем эти поверхности становятся шероховатыми и уже через 2-3 года вся коронка зубов может быть разрушена (см. рис. 16). (Краус по Леману).

Токсичность хлористого водорода для человека

Экспозиция и действие	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизительно)
а) По Леману-Гессу		
Смертельная концентрация при экспозиции 1/2—1 час	1,84—2,6	1250—1750
Опасная для жизни концентрация при экспозиции 1/2—1 час (Гесс)	1,5—2,0	1000—1350
Переносимая концентрация без последствий при экспозиции 1/2—1 час	0,06—0,13	40—90
Действующая концентрация при многочасовой экспозиции (Гесс)	0,01	6,5
Недействующая концентрация при 6-часовой экспозиции	0,013	9
б) По Гендерсону-Хаггарду		
Максимально переносимая концентрация при длительной экспозиции ²	0,015	10
То же при короткой экспозиции (1/2—1 час)	0,075	50
Опасная концентрация даже при короткой экспозиции	1,5—3,0	1000—2000

Работоспособность в воздухе, содержащем хлористый водород, по Матту⁷

	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизительно)
Нормальная работа возможна еще	0,015	10
Работа еще возможна, но пребывание тягостно	0,015—0,075	10—50
Работа невозможна	0,075—0,15	50—100

О действии хлористого водорода на растения см. раздел «Влияние газов на растения».

Терапия. См. раздел «Лечение газотравленных» (раздражающие газы). В очень свежих случаях рекомендуется распыление раствора соды. Раздражение дыхательных путей лечится обычными способами.

Защита. Пользование специальными противогазами. См. раздел «Индивидуальная защита».

НКТ СССР изданы правила, касающиеся производства кислот, извлечение из которых приводим ниже.

Извлечение из **Правил о мерах безопасности работ в производствах серной, азотной и соляной кислот.** (Утв. НКТ 30/VIII 1922 г.).

Настоящие правила распространяются на всякого рода установки для производства серной кислоты камерным и контактным способами, купоросного масла, азотной и соляной кислот. На установки для производства азотной кислоты из воздуха или путем окисления аммиака настоящие правила не распространяются.

I. Работа подростков и женщин

1. Подростки обоего пола и взрослые женщины не могут быть допускаемы к работе в помещениях, в коих производится выработка, слив и укупорка кислот, а также к переноске бутылей с кислотами.

2. Не разрешается подросткам и женщинам подвозка серной кислоты к установкам для получения азотной и соляной кислот, а также работа на дробильных и просеивающих машинах.

VI. Вентиляция

12. В помещениях установок для получения кислот и в помещениях для слива кислот от 30 до 50% окон должны быть снабжены фортками с общей площадью их не менее 10% от площади оконных отверстий, и должны быть устроены с противоположных сторон помещения распашные двери.

13. В помещениях, указанных в предыдущей ст. 12, а также в помещении колчеданных печей, должна быть устроена искусственная приточная вентиляция; устройство вытяжной вентиляции не допускается. Приточная вентиляция должна быть так рассчитана и отрегулирована, чтобы содержание окислов азота в воздухе помещений не превышало 0,1 мг на 1 л воздуха, содержание хлористого водорода — 0,007 мг на 1 л воздуха, содержание сернистого газа 0,06 мг на 1 л воздуха.

14. В помещении дробильных установок и дробильных аппаратов должно быть устроено местное пылеотсасывание. При условии преобладания в последнем вытяжки над притоком в 1 обмен устройство общей вентиляции помещения необязательно.

15. В помещении мойки и подсадки посуды должна быть устроена искусственная приточная вентиляция с таким расчетом, чтобы относительная влажность воздуха помещения была не выше 80%.

VII. Снаряжение рабочих. Предохранительные и медицинские средства

16. Работающим на заводах серной, азотной и соляной кислот должна выдаваться специальная одежда («спецодежда») и предохранительные предметы по формам и нормам, утвержденным отделом охраны труда НКТ. Означенные предметы снаряжения не должны быть уносимы рабочими домой.

17. Работающим в производстве должно выдаваться молоко по установленным нормам.

18. Во всех производственных отделениях должны иметься аптечки со средствами для подачи первой помощи, особенно при отравлениях и ожогах; эти аптечки должны находиться под наблюдением медицинского персонала.

33. Над кранами для слива олеума в бочки должны быть устроены вытяжки, не допускающие выделения серного ангидрида в атмосферу помещений.

40. В бутылях, употребляемых для слива азотной кислоты, не должно содержаться остатков твердых воспламеняющихся веществ (укупорочного материала и пр.).

41. Наполнять бутыли азотной кислотой следует так, чтобы в бутыли оставалось не менее двух литров воздуха.

42. Перед употреблением и возможно чаще во время употребления корзины (ящики) и солому (или другой материал) для бутылей с азотной кислотой необходимо пропитывать огнеупорным раствором.

43. Бутылки с азотной кислотой должны храниться под навесами, которые должны быть доступными со всех сторон. Бутыли должны устанавливаться группами не более 100 шт. и не более 4 рядов в группе без промежутков между рядами. Проходы между группами должны быть шириной не менее 1 м. Площадки для установки бутылей должны быть выстланы кислотоупорным материалом с проводкой по проходам между группами бутылей канавок или желобков. На этих площадках не должно допускаться скопления пыли, соломы и других воспламеняющихся материалов.

45. Над дверками для перегревания сульфата должны быть устроены колпаки с вытяжкой.

46. В хвосте (или перед башнями) конденсационной установки для соляной кислоты должны быть поставлены кислотоупорные вентиляторы.
(Якимчик, 1930 г., стр. 289—292; В. Марфенин и др., 1935 г., стр. 459—462).

Извлечение из Обязательного постановления по технике безопасности и промсанитарии в производствах слабой азотной кислоты под нормальным и повышенным давлением, концентрации азотной кислоты, утвержденное ЦК Союза азотной и спецхимии от 10/II 1936 г.

30. Все установленные для целей проветривания приспособления (открывающиеся фрамуги, шахты, окна, световые фонари) должны иметь механизм, позволяющий управлять ими. Рекомендуется устройство приведения в действие фрамуг от моторов.

40. Для устранения загрязнений атмосферы территории предприятия выбрасываемыми газами должны быть оборудованы устройства для поглощения и утилизации газообразных отходов (скрубберы, поглотительные башни, электрофильтры и т. п.). В случае невозможности полной очистки отходящие газы должны выбрасываться в высокие слои атмосферы на уровне не ниже 25—30 м от земли.

42. Запрещается выбрасывать хвостовые газы после абсорбции с содержанием окислов азота более 0,15 до 2%.

43. Запрещается выбрасывать в атмосферу хвостовые газы в цехе концентрации серной кислоты (при установках Кесслера, Хемико и др.) с содержанием серной кислоты или ее паров более 0,5 мг/л.

44. Запрещается содержание паров серной кислоты в рабочих помещениях (в цехах концентрации азотной кислоты) более 0,007 мг/л, а азотной более 0,002 мг/л.

90. Во избежание взрыва в контактных аппаратах допускается содержание аммиака в воздушно-аммиачной смеси не более 12% объема.

101. На газопроводе, подающем аммиак на окисление, должен быть установлен автоматический газоотсекатель, прекращающий подачу аммиака при внешних перерывах в снабжении энергией.

Извлечение из Правил о мерах безопасности работ в производствах минеральных солей и некоторых кислот, относящихся к основной химической промышленности. (Утв. НКТ 10/IV 1922 г.).

III. Рабочие помещения

5. Вспомогательные рабочие помещения должны быть совершенно изолированы против проникания в них кислотных паров и газов.

6. При каждой мастерской с непрерывным производством должно быть отведено помещение для отдыха рабочих между отдельными рабочими процессами и для принятия пищи. Это помещение должно быть вполне изолировано от вредных газов и паров.

VI. Вентиляция

12. Во всех рабочих помещениях от 30 до 50% окон должны быть снабжены фортками с общей площадью их не менее 10% от площади оконных отверстий, и должны быть устроены с противоположных сторон помещения распашные двери.

34. При сливе кислых горячих или ядовитых жидкостей запрещается пользоваться обыкновенными сифонами: для этой цели должны употребляться специальные безопасные сифоны с приспособлениями, предохраняющими рабочих от несчастных случаев как при зарядке сифона, так и при пользовании им.

35. Все ящики для кислот или иных жидкостей должны быть снабжены сиг-

нальными трубами для отвода из них жидкостей в стоки, в случае их переполнения.

Индикация и определение. Воздух, содержащий пары хлористого водорода, пропускают через свободный от хлора раствор едкого натра и затем титруют азотнокислым серебром.

Литература

1. Eulenbergh, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. S. 219, 1865.
2. Kohn-Abrest, Ann. des Falsifications 8, 215 (1915).
3. Lehmann, Arch. f. Hyg. 5, 16 (1886).
4. Lehmann, Arch. f. Hyg. 35, 73 (1900).
5. Lehmann u. Burck, Arch. f. Hyg. 72, 343 (1910).
6. Leites, Arch. f. Hyg. 102, 91 (1929).
7. Matt, Diss. Würzburg 1889.
8. Ronzani, Arch. f. Hyg. 70, 258 (1909).
9. Thies, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 305 (1928).

Дополнительная литература

- Аверьянов и Гурвич, Вентиляция промышленных предприятий, 309—316 (1932).
- White, Профессиональные поражения кожи, стр. 71, Москва (1925).
- Ведров, Московск. медиц. журнал № 8 (1926).
- Гельман, Введение в клинику профессиональных отравлений, стр. 175, Москва (1929).
- Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 150, 2-е изд., Соцэкгиз (1931).
- Икрянников, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 2, стр. 89 (1931).
- Sarozzi, Acide chlorhydrique, Hygiène du travail, № 39, Genève (1925).
- Клебанов и Израйлович, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8—9, стр. 82 (1931).
- Литкенс, Гигиена труда № 12 (1925).
- Памфилов (ред.), Промышленно-санитарная химия, стр. 43—55 (ст. Тейс), (1931).
- Смирнов, Гигиена труда № 4, стр. 31 (1927).
- Шнейдер, Врачебное дело № 11 (1926).

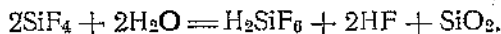
Фтористый водород (плавиковая кислота)

Формула: HF. Мол. в.: 20,01.

Получение. Из плавикового шпата и серной кислоты.

Свойства. В безводном состоянии бесцветная, очень подвижная жидкость, сильно дымящая и гигроскопическая. Уд. в. при 12° = 0,98, темп. кип. 19,5°. Пары фтористого водорода бесцветны; с влажным воздухом образуют туман. Литр пара весит 0,83 г. Легко растворим в воде. Концентрированный раствор при нагревании выделяет пары фтористого водорода; при 120° перегоняется жидкость постоянного состава уд. в. 1,15 с 35,39% фтористого водорода.

Возможности отравления. Случаи отравления фтористым водородом возможны при травлении стекла, при шлифовании хрустального стекла, на чугунолитейных заводах, в гончарной промышленности, в суперфосфатной промышленности; при производстве фтористой сурьмы, имеющей большое значение в текстильной промышленности. При производстве алюминия из криолита HF получается как продукт разложения образующегося при этом фтористого кремния с водяными парами:



(См. «Фтористый кремний».)

Общий характер токсического действия. Фтористый водород является раздражающим веществом, главным образом для верхних дыхательных путей, причем он раздражает много сильнее хлористого водорода. Одновременно он является и протоплазматическим ядом (осаждение извести в тканях). Вдыхание его паров даже в незначительных концентрациях крайне тягостно.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Морские свинки, кролики⁵.

‰	мг/л (при- близи- тельно)	Части газа на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие	Исход отравления для	
					морских свинок: смерть в течение	кроликов
0,66	0,5	660	—	раздражение, одышка	1/2 часа	смерть через 1 1/2 часа
0,25	0,20	250	—	то же	1 часа	смерть через 3 часа
0,05	0,04	50	—	то же	2 часов	через 3 часа заболевание
0,03	0,025	30	ежедневно по 6 час.	то же	1 дня	тяжелое заболе- вание в течение 3 дней

На вскрытии всегда обнаруживается отек легких.

2. У человека. При действии фтористого водорода наблюдаются боли и раздражение всех слизистых оболочек, достигающее до ожога и развития трудно заживающих изъязвлений (соединительные оболочки глаз, ноздри, зев, десны), разрушение зубов, а также раздражение верхних дыхательных путей, ведущее к жестоким ларингитам и бронхитам с гнойным выделением. При этом в случае вдыхания более высоких концентраций наступает состояние, подобное анестезии, — потеря чувства обоняния (аносмия, «отравление обоняния»), как при отравлении нитрозными газами, вследствие чего можно, не замечая, вдыхать ядовитые концентрации⁸. От вдыхания паров фтористого водорода погиб химик L. ouet³. Далее при отравлении наблюдаются изъязвления кожи, особенно кожи мошонки, и боли под ногтями пальцев. При известных условиях отмечаются рвота, колики и расстройства со стороны нервной системы.

Сильное раздражение глаз и носа вызывает уже вдыхание паров 0,02%-ного водного раствора фтористого водорода.

Пары фтористого аммония обладают действием, аналогичным действию фтористого водорода⁶.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. У морских свинок и у кроликов при вдыхании ежедневно по 6 час. в течение 30 дней паров фтористого водорода в концентрации 0,01 см³ на 1 л, или 10 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,008 мг/л, можно было отметить повреждение роговой оболочки и развитие изъязвлений на доступных слизистых, а также уменьшение числа эритроцитов; общее питание животного значительно нарушается. В известных условиях наступает смерть при явлениях катаральной пневмонии. При тех же условиях концентрация фтористого водорода 0,003 см³ на 1 л, или 3 части на миллион, что соответствует приблизительно 0,0025 мг/л, переносится без видимых последствий⁵.

Фтористый водород, образующийся при получении алюминия из криолита, разъедающе действует на оконные стекла и электролампы

во внезаводских помещениях; растительность от действия его вянет (см. раздел «Влияние газов на растительность»).

Животные, которые едят вблизи алюминиевых заводов (в окружности 4—5 км) траву и листья, а также сено, покрытые фтористоводородной пылью, заболевают так называемым «флуорозом». Это заболевание выражается в исхудании, тугоподвижности конечностей и позвоночника и иногда в самопроизвольных переломах. Смерть наступает при явлениях кахексии и расстройствах со стороны дыхания и кровообращения. Резкие изменения отмечаются в костном мозгу и в костях; последние становятся порозными, ломкими и содержат увеличенное количество фтора.

2. У людей вышеописанные явления наступают гораздо труднее, так как обычно количество находящегося в воздухе фтористого водорода слишком ничтожно и так как, с другой стороны, люди большей частью моют овощи и прочие продукты, употребляемые в пищу. Все же есть указания на возможность «флуороза» и у людей^{1,2}.

Для хронического отравления достаточно уже концентрации в несколько миллиграммов в м³; такая концентрация может вызвать ряд расстройств со стороны желудка и нервной системы⁷. Относительно рекомендованного в свое время вдыхания фтористого водорода при легочных заболеваниях можно сказать то же, что и для хлора. Указание, что при подобном лечении вдыхание фтористого водорода в концентрациях 1 : 5 000—6 000, или 200—166 частей на миллион, что соответствует 0,16—0,13 мг/л, не вызывает абсолютно никаких расстройств⁴, следует считать ошибкой. См. в остальном раздел «Газы в медицине».

Защита. Как при хлористом водороде.

Приводим отдельные указания из соответствующих правил, изданных НКТ СССР.

Извлечение из Правил о мерах безопасности работ в производствах минеральных солей и некоторых кислот, относящихся к основной химической промышленности (Утв. НКТ 10/IV 1922).

20. Котлы Лоренца для разложения фосфоритов серной кислотой и камеры разложения должны быть снабжены трубами, отводящими фтористый водород и фтористый кремний; утилизация последних обязательна с таким расчетом, чтобы эти газы не выделялись в окружающую атмосферу.

Работа подростков и женщин на котлах Лоренца для разложения фосфоритов запрещена.

(Якимчик, 1930 г., стр. 284—287; В. Марфенин и др., 1935 г., стр. 453—456).

Извлечение из Правил устройства содержания и безопасности работ на стекольных заводах (Обяз. пост. НКТ СССР 11/IV 1930, № 150 (Прилож. к № 12 «Изв. НКТ СССР» за 1930 г.).

43. Помещения травилки и отмывки готовых изделий от воска должны быть изолированы от других рабочих отделений, а также и друг от друга.

44. Полы в травильном и гелиоширном отделениях должны быть кислотоупорными, а в травилке — иметь деревянные решетчатые настилы.

45. Травильные отделения должны быть оборудованы рациональной приточной вытяжной вентиляцией.

Травление стекла плавиковой кислотой, а также разведение самой кислоты должно производиться только в вытяжных шкафах с сильной вытяжкой.

69. Плавиковая кислота должна храниться в изолированных и запирающихся помещениях с естественной вытяжкой. Получение плавиковой кислоты также должно происходить в отдельном изолированном помещении, оборудованном местной вентиляцией.

(Якимчик, 1930 г., стр. 343—347; В. Марфенин и др., 1935 г., стр. 448—453).

Определение. Пары фтористого водорода улавливаются раствором едкого кали и после кипячения титруются в присутствии фенолфта-лена (индикатор).

Об определении следов фтористоводородной кислоты см. Т р е д-в е л л «Количественный анализ», т. 2, ч. I, стр. 436, М. 1935.

Литература

1. Cristiani, Presse méd. 34, 469, 833 (1926).
2. Cristiani et Gautier, Ann. d'hygiène publ. 3, 210 (1925); 4, 141 (1926).
3. Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 201, 1906.
4. Langgaard, Therap. Monatsh. 2, 178 (1888).
5. Ronzani, Arch. f. Hyg. 70, 217 (1909).
6. De Stefano, Arch. Pharmacologia experim. 41, 16 (1926) [Ber. Physiol. 37, 221 (1926)].
7. Zangger y Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie, S. 166, 1928.
8. Zangger y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 323, 1926.

Дополнительная литература

- Navarre, Annal. d'hygiène publ. № 4, 209 (1932).
- Machle W., Thammann, K. Kitzmiller, J. Cholak, The Journ. of ind. hyg. XVI, № 2 (1934).
- Fredenhagen und M. Welemann, Chem. Zentrbl. 11 (1932).
- White, Профессион. поражения кожи, стр. 74. Москва (1925).
- Гольдштейн, Журн. прикл. химии, 5, № 8, 1088 (1932).
- В. Н. Колычева, Методы определения фтористого водорода, Гиг. труда № 6 (1934).
- Лазарев, Бюлл. Ленингр. ин-та организации и охраны труда № 14—15, стр. 153 (1932).
- Силич, Гигиена безопасн. и патол. труда № 12, стр. 43 (1930).
- Cristiani, Comptes rend. de la soc. de biol. 103, 292, 554, 556, 981 (1930); Presse medic. 1184, II (1931).
- Dittrich, Arch. f. exper. Pathol. 168, 319 (1932).
- Görlitzer, Arch. f. experim. Pathol. 165, H. 5—6 (1932).
- McClure, Physiolog. Reviews. 13 (1933).
- McClure a. Mitchell, Journ. of biol. chem. 90, 297 (1931).
- Pachaly, Arch. f. experim. Pathol. 166, H. I (1932).
- Pavlovic et Bogdanovic, Comptes rend. de la soc. de biol. 109 (1932).
- Pavlovic et Tichomirov, C. r. de la soc. de biol. 110, 497 (1932).
- Schulz, Jowa Agr. Exp. Stat. Ann. rep. 52 (1931).
- Smith, Lanz a. Smith, Univ. of Arizona Coll. of Agricult. Techn. Bull. № 32 (1931).
- Valjavec, Zeitschr. f. d. ges. exper. Mediz. 85, 382 (1932).
- Н. Сажин, Вопросы промышленности фтористых соединений в СССР, Хим. и хоз. № 7, 1932.
- Chaneles, Fluorosis, Rev. odontolog. № 9—12, 1929 и № 1—4, 1930.
- Dyrenfurth u. Kipper, Beitrag zum anatomischen und klinischen Bilde der Fluorvergiftung, Med. Klin. № 28, S. 846, 1925.
- Fenner G., Die Nebelkatastrophe im Industriegebiet, Chem. Ztg. № 7, 1921 (HF, SiF₄, H₂SiF₆, прижигающее и токсическое действие).
- Flemming P., Möllerand K. K. a. Gudjonson, Massive Fluorosis of Bones and Ligaments, Acta Radiolog. v. XIII, fasc. 3-4 № 73—74 (1932).
- Kurtzahn, Selbstmord durch Kieselfluornatrium, D. med. Wschr. № 10, 1932.
- Stahl W., Rauchschäden durch Fluorverbindungen, Metall u. Erz. S. 388 (1927).
- реф. по Zbl. f. Gwh. H. 12, S. 377 (1928).
- Kronenberg, Gasmaske, 2, 42 (1932).

Роданистый водород

Формула: HSCN. Мол. в.: 59,08.

Получение. Обезвоженный роданистый калий перегоняется в вакууме вместе с кислым серноокислым калием при пропускании водо-рода.

Свойства. Сгущенный в охлаждающей смеси безводный роданистый водород представляет собой очень летучую жидкость; с едким запахом, которая замерзает при $-12,5^{\circ}$. При удалении из охлаждающей смеси он очень быстро полимеризуется в аморфное тело желтого цвета. В 5%-ном водном растворе роданистый водород стоек. Вес литра его паров 2,46 г.

Общий характер токсического действия. В основном роданистый водород действует как раздражитель, подобно хлористому водороду.

Явления отравления. Данные о картине отравления неопределенны. По Эйленбергу¹ пары роданистоводородной кислоты действуют, как хлорциан. Концентрация в 0,25% пароводяной кислоты вызывает у кролика через 2 мин. боковое положение, а через 4 мин. смерть при судорогах. На вскрытии кровь на воздухе окрашена в интенсивный красный цвет.

Эти изменения в крови характерны для действия синильной кислоты или дициана; вероятно Эйленберг имел в своем распоряжении очень нечистый препарат².

С другой стороны, по мнению Рюка и Штейнметца³ отравление роданистым водородом имеет очень мало общего с отравлением синильной кислотой; они утверждают, что можно вдыхать небольшие количества роданистого водорода без всяких дальнейших последствий, кроме проходящего раздражения слизистых оболочек, и что никогда нельзя было отметить ясных явлений отравления.

Литература

1. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen u. giftigen Gasen, S. 473, 1865.
2. Reid Hunt y Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. I, S. 825, 1923.
3. Rück u. Steinmetz, Ztschr. f. anorg. u. allg. Ch. 77, 51 (1912).

Сера, селен, теллур

Более или менее сильным раздражающим действием обладают все летучие соединения серы с водородом, кислородом или галоидами.

Такое раздражающее действие у сероводорода отступает на задний план по сравнению с общим действием этого соединения на нервную систему вследствие нарушения клеточного дыхания. Только по отношению к глазам и особенно к роговой оболочке раздражающее действие выражено очень сильно.

С другой стороны, кислородные соединения серы являются исключительно раздражающими веществами. У сернистого ангидрида это раздражающее действие распространяется на слизистые оболочки как верхних, так и нижних отрезков дыхательных путей, между тем как у высших окислов серы, которые менее летучи (SO_3 , H_2SO_4), как правило, раздражаются только верхние отрезки. Одновременно окислы серы раздражают и слизистые оболочки глаз.

Аналогично действует также хлористый тионил, который в слизистых оболочках разлагается на сернистый ангидрид и хлористый водород и который может быть рассматриваем как хлорангидрид сернистой кислоты. Менее сильно раздражает хлористая сера (S_2Cl_2).

Селенистый водород сам по себе является более сильным раздражающим веществом, чем сероводород; однако его раздражающее действие уменьшается потому, что на слизистых оболочках это

соединение довольно быстро разлагается с выделением свободного сероводорода. По той же причине общая его ядовитость также значительно умереннее.

Еще в большей степени это относится к теллуристу водороду; вследствие крайне легкой разлагаемости на слизистых оболочках это соединение обладает слабым раздражающим и общетоксическим действием.

Двуокись теллура сама по себе значительно ядовитее, чем сернистый ангидрид; однако вследствие незначительной летучести этого соединения его большая токсичность при вдыхании не проявляется, равным образом почти совершенно отсутствует и раздражающее действие.

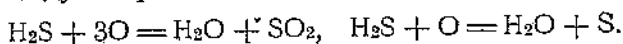
Сероводород

Формула: H_2S . Мол. в.: 34,08.

Нахождение в природе. Сероводород встречается в вулканических газах, в многочисленных минеральных источниках (вероятно вследствие восстановления сульфата кальция в сульфид и разложения последнего с помощью углекислоты; в рудниках (при разложении пирита); при гниении растительных и животных тканей, вызванном бактериями

Получение. При разложении сульфидов с помощью кислот.

Свойства. Бесцветный газ с характерным запахом тухлых яиц. В высушенном состоянии не действует на лакмусовую бумажку, но в присутствии воды окрашивает синюю бумажку в красный цвет. Плотность по отношению к воздуху 1,1912. Литр газа весит 1,41 г. При -74° сгущается в бесцветную жидкость. Легко растворим в воде: при 760 мм давления и 0° один объем воды растворяет приблизительно 4,4 объема газа; при повышении температуры растворимость падает и равняется при 25° только 2,6 объема. При достаточном доступе воздуха сероводород при $346-376^\circ$ сгорает в воду и сернистый газ, при недостатке воздуха происходит отщепление серы:



Возможности отравления. Везде, где происходит как в промышленности, так и в технике работа с сероводородом, главным образом при неисправностях на производстве (незакрытые краны, неисправности в вентиляции); в химических лабораториях, в бариевом производстве при приготовлении сернистого бария, при очистке серной кислоты от мышьяка и металлов, при производстве сероуглерода, ультрамарина, других сульфидов, сернистых красок; при производстве соды по Леблану (при переработке отходов), в резиновой промышленности и при производстве искусственного шелка;

при размельчении шлаков доменных печей, в каменноугольной и асфальтовой промышленности, в газовых установках при использовании серусодержащих углей (экстрагирование газоочистительной массы и т. д.); при разливе воды серных источников, при лечении серными ваннами, при вдыхании паров сероводородной воды; при пользовании замазками из серы, сернокислого аммония, порошкообразного железа и горячей воды¹⁸;

при обработке гниющих материалов в клееварочных заводах, на установках для экстракции жира, на кожевенных заводах⁸ (здесь также при удалении с кожи шерсти с помощью сульфидов натрия или

кальция с последующим прибавлением кислоты), при свеклосахарном производстве (мытьё свеклы, машины для резки свеклы, диффузоры); при удалении сточных вод на кожевенных и других заводах, особенно на заводах, вырабатывающих цианистые соединения; при удалении промывных вод при мытьё свеклы и мочке льна;

в смеси с другими газами (окись углерода, уголекислота, аммиак и др.), при прокладке водопроводов или при аналогичных работах по соседству с закрытыми выгребными ямами, отхожими местами, наземными ямами, склепами и могилами и т. д. или при вскрытии их;

при кесонных работах в бродящем иле, при работах с техническим ацетиленом, реже также с колошниковыми газами и т. д. См. также раздел «Комбинированные отравления».

Являясь более тяжелым, чем воздух, сероводород всегда опускается вниз и потому может скапливаться в низколежащих пустых пространствах, как шахты, ямы и т. д., что часто приводит к несчастным случаям.

Общий характер токсического действия. Сероводород является раздражающим веществом для всех отрезков дыхательных путей и для роговой оболочки глаза. Одновременно он является сильным нервным ядом, который вероятно вследствие нарушения клеточного дыхания вызывает более или менее глубокое оглушение, наркоз, судороги, а при более высокой концентрации — смерть от остановки дыхания.

Теория действия яда. Сероводород является слабым раздражающим газом. При остром отравлении это раздражающее действие отступает на задний план перед его общим действием на нервные центры (Поль). По мнению Гендерсона, Хаггарда и др.⁷ такое общее действие зависит от резорбции продуктов разложения сероводорода на поверхности дыхательных путей. Они объясняют действие сероводорода следующим образом. Как только сероводород входит в соприкосновение с влажными тканями, он сейчас же соединяется с тканевой щелочью, образуя сульфид натрия. Получающееся при этом раздражение зависит как от извлечения щелочей из ткани, так и от разъедающего действия самого сульфида. Часть образовавшегося таким образом сульфида резорбируется слизистыми оболочками дыхательных путей и попадает в кровь. Здесь происходит гидролиз и освобождение сероводорода. Последний в присутствии кислорода частично быстро окисляется в безвредный сульфат. Неокислившаяся часть попавшего в кровь сероводорода действует на нервную систему и ведет к общему отравлению. В умеренных количествах этот яд уменьшает возбудимость нервной системы, в больших увеличивает, а в очень больших вызывает паралич ее⁸.

По мнению других авторов сущность действия сероводорода состоит в том, что он является ядом для железосодержащего окислительного фермента клеток. Более низкие концентрации до 1,5⁰/₀₀ (приблизительно), или 1 500 частей на миллион, что соответствует приблизительно 2 мг/л, ведут только к местному нарушению окислительных процессов. Более высокие концентрации повреждают уже высокочувствительные клетки ганглиев, так что организм теряет способность усваивать доставляемый ему кислород. Следствием этого являются нарушения или полное прекращение внутриклеточного дыхания.

О том, что при отравлении сероводородом играет роль железо дыхательного фермента, свидетельствует тот факт, что кролика после воздействия на него сероводорода в концентрации 5⁰/₀₀, или 5 000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 7 мг/л, можно

спасти внутрисердечным введением коллоидального препарата железа — электроферроля.

Нет никаких оснований предполагать, что, как неоднократно принимали раньше, при обычных отравлениях сероводород соединяется с гемоглобином и вследствие этого ведет к удушью.

В действительности сероводород соединяется не с гемоглобином, а с метгемоглобином; последнего однако нормально в крови не имеется. С другой стороны, сульфометгемоглобин появляется в трупной крови и окрашивает внутреннюю поверхность сосудов в синевато-зеленый цвет. Образование сульфометгемоглобина есть уже посмертное явление.

С другой стороны, соединения серы с гемоглобином случайно были обнаружены в крови людей, которые никогда не имели дела с сероводородом⁷; в таких случаях появление этих соединений было следствием образования в крови метгемоглобина и последующего соединения этого красящего вещества с умеренными количествами сероводорода, поступающего из кишечника.

В свежей крови сульфометгемоглобин обнаруживает одну полосу поглощения в красном спектре, наподобие метгемоглобина, но более сдвинутую к месту полосы поглощения гемоглобина в желтой и зеленой части спектра; полоса эта не изменяется при действии воздуха и сернистого аммония.

При отравлении необычно высокими концентрациями сероводорода сульфометгемоглобин может образоваться в крови еще при жизни. Мейер¹⁵ мог обнаружить «сульфогемоглобин» спектроскопически при всех стадиях отравления у животных, которые дышали в атмосфере с очень большой концентрацией сероводорода.

Действие сероводорода на нервную систему продолжается только до тех пор, пока в крови имеется свободный сероводород, и зависит по силе действия от концентрации этого яда в крови. При остром отравлении смерть наступает от остановки дыхания почти так же скоро, как и при отравлении синильной кислотой.

Случайная поздняя смерть, на 1—4 сутки после действия яда, зависит в большинстве случаев от раздражающего действия на легкие. Повреждение легких в более слабой степени наступает также после длительного воздействия низких концентраций сероводорода порядка 50 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,07 мг/л. Подострые и хронические отравления сероводородом выражаются главным образом в последствиях раздражения глаз и в меньшей мере органов дыхания.

· Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Чувствительность к сероводороду в общем у всех животных одинакова. Все же мыши и кролики чувствительнее кошек; собаки немного менее чувствительны, чем кошки. Субъективное раздражающее действие этого газа особенно рельефно отмечается у кошек, в то время как у кроликов оно в большинстве случаев выражено неясно; у кроликов резко выступают повреждения роговицы глаз.

Раздражающее действие проявляется у кошек по Леману¹¹ при концентрациях от 0,14⁰/∞, или 140 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,19 мг/л, и выражается в чихании, раздражении глаз и слюнотечении. При концентрациях 0,2—0,5⁰/∞, или 200—500 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,28—0,7 мг/л, начинается общее действие на центральную нервную систему: неподвижное лежание на одном месте, слабость и в конце концов прекращение рефлексов. Дыхание вначале замедленно, затем ускорено. При более длительном пребывании в атмосфере, содержащей сероводород в концентрациях 0,4—1,0⁰/∞, или 400—1000 частей на миллион, что со-

ответствует приблизительно 0,55—1,4 мг/л, смерть наступает от остановки дыхания при глубоком обмороке, большей частью без судорог. Однако у мышей и кроликов, как правило, перед смертью наступают клонические и тонические судороги. При таких концентрациях смерть наступает не только вследствие паралича дыхания центрального происхождения, но и вследствие изменений в легких; на вскрытии всех животных, находившихся в течение многих часов в атмосфере сероводорода, можно отметить наряду с местным раздражением также раздражение слизистых оболочек, особенно слизистых оболочек дыхательных путей, а также и отек легких.

При концентрациях 1—3‰, или 1000—3000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 1,4—4,2 мг/л, и выше на первый план выступают явления отравления, зависящие от общего действия яда: животные тотчас же падают, и смерть наступает среди судорог в течение немногих минут; на вскрытии в таких случаях отека легких не отмечается. При своевременном удалении животного в таких случаях из атмосферы сероводорода может наступить полное выздоровление.

Количественную иллюстрацию токсического действия сероводорода на различных животных дает следующая таблица:

Вид животного	‰	мг/л (при- бли- зитель- но)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Действие
	Длительная экспозиция при концентрации до			
Мышь	0,7	1,0	700	см. нижепомещенную кривую
	от 0,8	1,1	800	смерть через 10—30 мин.
	1,0	1,4	1000	смерть через 4—12 мин. ⁴
Крыса и морская свинка	0,15	0,2	150	первые признаки отравления
	1,5	2,0	1500	выздоровление в случае немед- ленного удаления из отравленной зоны при наступлении бессозна- тельного состояния ²³
Кролик	от 0,6	0,8	600	смерть в течение 1 1/4—8 час. ²²
	выше 1,0	1,4	1000	смерть в первые минуты ¹¹
Кошка и собака .	от 0,7	1,0	700	смерть через 6—8 час.
	выше 1,0	1,4	1000	смерть в первые минуты ¹¹
Голубь	0,72	1,0	720	смерть через 4 мин. ³
Птицы	0,66	0,9	660	смертельно (Дю пюитрен и Тенар) ³
Лошадь	4,0	5,5	4000	смертельно (Дю пюитрен и Тенар) ³

2. У человека. Действие сероводорода на человека в общем совпадает с действием этого газа на собак и на кошек.

Прежде всего ощущается запах газа.

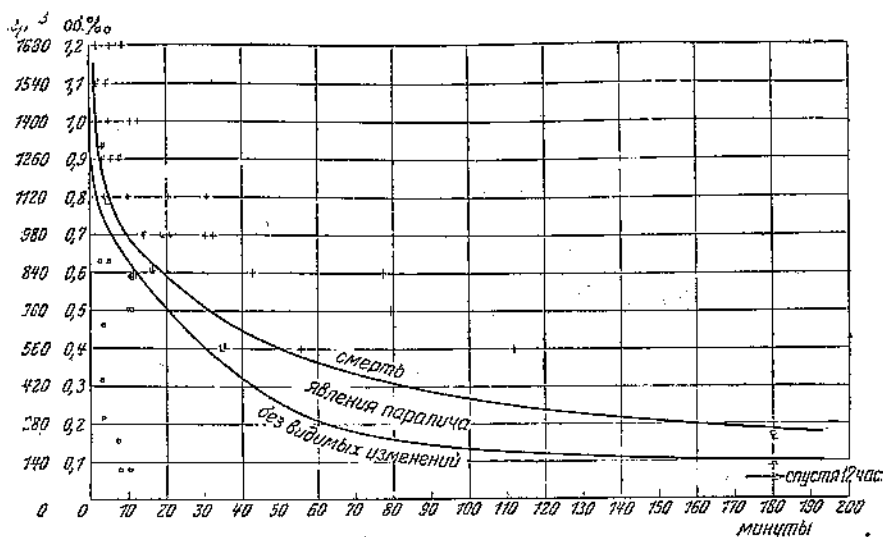


Рис. 17. Действие сероводорода на белых мышей (собранные неопубликованные исследования)

○ — выживание без последствий; Ф — первые симптомы паралича;
 — паралич (боковое положение, неспособность к движению);
 + — смерть (во время опыта); $1\text{‰} = 1,4 \text{ мг } \text{H}_2\text{S/л}$.

Ощущаемость запаха сероводорода ¹¹

‰	мг/л (приблизительно)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Запах
0,001—0,002	0,0014—0,0028	1—2	запах незначителен, но явно ощутим
0,0024	0,0033	2,4	запах сильный, но для привыкших к нему не тягостен
0,003	0,004	3	запах значительный*
0,005—0,008	0,007—0,011	5—8	запах тягостен даже для химиков
0,2—0,3	0,28—0,4	200—300	не так силен и неприятен, как при более слабых концентрациях

См. также таблицу на стр. 184.

О привыкании к запаху см. стр. 182.

Если не говорить о тягостном запахе, то человек может переносить (но не без вредных последствий для организма) в течение многих часов концентрацию сероводорода не выше $0,15\text{‰}$, или 150 частей на миллион, что соответствует $0,2 \text{ мг/л}$. Такие концентрации могут образоваться например при сероводородных ваннах. Действие таких концентраций ведет только к временным явлениям отравления, как то: тошноте, головной боли, чувству стеснения в груди и усталости. При 6-часовом воздействии концентрации сероводорода приблизительно 10—15 частей на 1 миллион, что соответствует $0,014—0,02 \text{ мг/л}$, было отмечено длительное воспаление конъюнктив глаз.

Концентрации приблизительно $0,2\text{‰}$, или 200 частей на 1 миллион, что соответствует $0,28 \text{ мг/л}$, вызывают уже через 5—8 мин. резкую жгучую боль слизистых оболочек глаз, носа и зева, которая через

30 мин. становится едва переносимой. Во рту при этом ощущается металлический вкус, а выдыхаемый воздух пахнет сероводородом.

Концентрации, начиная с $0,5^0/00$, или 500 частей на 1 миллион, что соответствует $0,7 \text{ мг/л}$, уже ведут к подострому отравлению. Через 15—30 мин. после начала воздействия появляются болезненное раздражение слизистых оболочек глаз, истечение из носа, тошнота, рвота, холодный пот, колики, понос и тенезмы при мочеиспускании; далее наблюдаются одышка, кашель, сердцебиение, чувство сдавления головы, головная боль, состояние оглушения, усталость, головокружение, шаткая походка, расстройства сознания и состояние возбуждения (попытка бегства при потере ориентации в пространстве). При продолжающемся воздействии могут развиваться бронхиальные катарры и воспаление легких ¹¹.

Незначительные и повторяющиеся отравления, т. е. продолжительные вдыхания умеренных концентраций и частые кратковременные вдыхания более высоких концентраций дают в общем картину, аналогичную вышеописанной. Например при вдыхании сероводорода два раза в день в течение 3 час. в концентрациях $0,1—0,2^0/00$, или 100—200 частей на миллион, что соответствует $0,14—0,28 \text{ мг/л}$, могут возникнуть неприятные последствия.

При вдыхании сероводорода в концентрациях приблизительно $0,7—0,8^0/00$, или 700—800 частей на миллион, что соответствует $1—1,1 \text{ мг/л}$, явления раздражения отступают на задний план по сравнению с общим действием; в таких случаях опасным для жизни может быть уже воздействие сероводорода в течение получаса.

При более кратковременном пребывании в атмосфере сероводорода явления отравления часто могут появиться только через некоторое время после удаления из зараженной атмосферы. Концентрация сероводорода от $1—1,5^0/00$, или 1000—1500 частей на 1 миллион, что соответствует $1,4—2,1 \text{ мг/л}$, ведет к острому отравлению, которое выражается в судорогах, потере сознания и в быстро наступающей смерти при параличе дыхания. В известных условиях к острому отравлению может привести уже энергичное нюхание содержащих сероводород жидкостей. При быстром удалении отравленного из атмосферы, содержащей сероводород, на свежий воздух может наступить изумительно быстрое выздоровление. По Цангеру ²⁴ это возможно однако только тогда, когда имеет место отравление клоачными газами и т. п., при отравлении же концентрированным сероводородом паралич дыхания уже не ликвидируется. Во всяком случае решающим фактором является концентрация и продолжительность воздействия. См. раздел «Комбинированные отравления».

При выздоровлении после такого острого отравления работоспособность человека уменьшается на долгое время.

Характерны поражения глаз, вызываемые сероводородом. Развивается катарр соединительных оболочек, выражающийся в слезотечении и жжении. Кроме того могут развиваться изъязвления эпителия роговой оболочки, сопровождающиеся обыкновенно выраженной светобоязнью. Пораженные испытывают чувство наличия песка в глазах. Действие сероводорода на глаза ограничивается непосредственным раздражением их наружных частей и не стоит ни в какой связи с всасыванием газа через дыхательные пути, как некоторые предполагают.

Вышеописанные поражения глаз особенно часто развиваются у рабочих на фабриках искусственного шелка (при введении раствора вискозы в разведенную серную кислоту). Эти поражения начинаются

большой частью на третий день работы, сильные боли продолжаются после этого в течение 1—2 дней, а объективные симптомы 4—5 суток. Длительные последствия не наступают, но рецидивы бывают часто. Индивидуальная восприимчивость различна. Особенно восприимчивы к сероводороду рабочие со скрофулезом или признаками туберкулеза. Рабочие, у которых уже раньше было воспаление роговицы и конъюнктивы, поражаются уже при содержании сероводорода в воздухе, начиная от 0,1⁰/₀₀, или 100 частей на 1 миллион, что соответствует 0,14 мг/л*. У последних следует особенно считаться с ранее перенесенными заболеваниями^{2, 5, 9, 16, 47}.

Аналогичные глазные поражения были отмечены на сахарных заводах у рабочих, занятых на промывке свеклы, у машин, размельчающих свеклу, и у диффузоров¹⁹.

По Флорету характерным признаком отравления сероводородом является серо-зеленый налет на зубах¹.

Из вдыхаемого сероводорода человек ассимилирует до 86—99%, однако эта абсорбция тем меньше, чем выше концентрация и больше экспозиция.

Резорбция сероводорода имеет место и через кожу.

При опытах с экспериментальными животными (собаки, морские свинки) смертельное отравление наступает только в том случае, если газ действует на обширные участки кожи²³. С другой стороны, Шютце²⁰ указывает, что при 70-минутном действии на кожу морских свинок с отдельными выстриженными участками 100%-ного сероводорода наблюдается только легкая местная эритема.

Кошки переносят без каких бы то ни было последствий накожное воздействие сероводорода в концентрации 4⁰/₀₀, или 4000 частей на 1 миллион, что соответствует приблизительно 5,6 мг/л, т. е. четырехкратную смертельную концентрацию при вдыхании.

У человека действие сероводорода на кожу ведет равным образом только (точнее — преимущественно — ред.) к местным явлениям, а не к общему отравлению. При 70-минутном воздействии 100%-ного сероводорода можно отметить темное окрашивание кожи, появление сыпи, похожей на следы от укусов блох, мраморность кожи и через несколько часов эритему²⁰.

У горнорабочих, имевших дело с сероводородной водой, также появлялись на коже эритема, папулезная или пузыревидная экзема, но одновременно и лихорадка¹.

Как последствия острого отравления сероводородом были отмечены: головные боли, длящиеся иногда годами после отравления, склонность к лихорадке и к ознобам²⁴, дефекты интеллекта вплоть до сумасшествия (Эрлер); также менингиты, воспаление легких и другие тяжелые заболевания⁶. Конечно, не всегда удастся легко доказать причинную зависимость данного заболевания от предшествующего отравления сероводородом.

б) Привыкание к сероводороду экспериментально не доказано; напротив, наблюдается увеличивающаяся восприимчивость, или сенсбилизация, к данному яду.

У животных при повторяющемся воздействии сероводорода приступы судорог наступали с каждым разом все раньше¹⁴.

Люди при частом воздействии сероводорода начинают ощущать его запах при все меньших концентрациях¹³.

* По Обязат. пост. НКТ СССР от 11/VII 1930 г. предельная допустимая концентрация сероводорода в воздухе рабочих помещений 0,015 мг/л. Ред.

С другой стороны, известно, что именно при сероводороде наступает быстро притупление обоняния, так что вообще запах этого газа больше не ощущается²². Запах при концентрациях выше 200 частей на миллион, что соответствует 0,28—0,4 мг/л, вообще ощущается не так сильно, как при низких концентрациях. Ср. таблицы на стр. 179 и 184.

Вообще индивидуальная восприимчивость к сероводороду очень различна; особенно может до известного времени отсутствовать раздражение глаз, носа и слизистых оболочек дыхательных путей¹⁹.

Токсичность сероводорода для человека

Экспозиция и действие	мг/л (приблизительно)	Части на миллион (см ³ /м ³)
а) По Гендерсону-Хаггарду?		
Легкое отравление через несколько часов	0,14—0,21	100—150
Переносимая концентрация в течение часа без серьезных расстройств	0,28—0,42	200—300
Опасная концентрация при экспозиции 1/2—1 час. . .	0,7—1,0	500—700
Концентрация, быстро ведущая к смерти	1,4—4,2	1000—3000
б) По Леману-Гессу		
Концентрация, вызывающая моментальную смерть . .	1,2—2,8	850—2000
Концентрация, вызывающая при экспозиции 1/2—1 час смерть сейчас же или впоследствии	0,6—0,84	420—600
Опасная для жизни концентрация при экспозиции 1/2—1 час	0,5—0,7	360—500
Концентрация, не вызывающая при экспозиции 1/2—1 час немедленных или поздних последствий	0,24—0,36	170—260
Концентрация, действующая при многочасовой экспозиции (Гесс)	0,1—0,15	70—110
Концентрация, переносимая в течение 6 час. без значительных симптомов отравления	0,12—0,18	85—130

с) Хроническое отравление. Мнения о том, существуют ли хронические отравления сероводородом, различны, хотя едва ли можно сомневаться в возможности такого рода отравлений.

В литературе в качестве симптомов такого отравления, развивающегося при вдыхании в течение долгого времени самых незначительных количеств сероводорода, приводятся: конъюнктивиты, бронхиты; головные боли, общая слабость, головокружение, тошнота, расстройства кишечника с поносом, плохой внешний вид, исхудание, малокровие; зуд кожи, сыпь, склонность к фурункулезу и всякого рода инфекциям.

Роденакер однако считает, что указания о возможности хронического отравления сероводородом основаны на субъективных жалобах; во всяком случае он не мог привести ни одного объективного клинического доказательства в пользу существования хронического отравления¹⁷.

Прогноз при тяжелом отравлении сероводородом сравнительно неблагоприятен: необходимо считаться при этом с очень медленным выздоровлением, длительными сердечными и нервными расстройствами и с увеличенной восприимчивостью к другим заболеваниям.

Терапия — чисто симптоматическая (ср. раздел «Лечение газоотравленных»): искусственное дыхание, соединенное с вдыханием кислорода с 5% углекислоты, возбуждающие средства в виде камфоры или ее заменителей, кардиазол и др. При поражении глаз: содержание в темной комнате, теплые влажные компрессы из борной кислоты или настойки ромашки, глазные капли с новокаином и супраенином, позже мазь со скополамином. Мита¹⁶ рекомендует дионин, в дальнейшем мази с шарлахротом (1—3%), дионином (2%), желтой окисью ртути (2%); вяжущие средства противопоказаны.

Профилактика. Вентиляция; пользование специальными очками или противогазами. На вискозных фабриках регулярное исследование воздуха над вискозными ваннами; при обнаружении в воздухе сероводорода в количестве 3‰ — улучшение вентиляции.

Выключение (от контакта с газом — ред.) рабочих, имеющих, наклонность к отравлению сероводородом⁵.

В остальном см. раздел «Комбинированные отравления». Ниже приводим отдельные положения по охране труда при работе с сероводородом.

Указания о предупреждении отравлений в кожевенной промышленности имеются в «Правилах устройства и содержания кожевенных заводов». (Обяз. постановл. НКТ СССР от 8/X 1929 г. № 326.)

33. Батареи для выварки отдушины и для получения экстрактов, а также аппараты для растворения экстрактов должны быть снабжены приспособлениями для вывода образующегося пара наружу...

52. Воспрещается рабочим и низшему техническому персоналу без особого каждый раз разрешения заведующего соответствующим отделением:

а) опускаться в чаны — отмочные, зольные, соковые, дубные, в сборники соков и грязи и в канализационные колодцы;

б) залезать в барабаны (дубные, промывные и пр.).

53. Заведующий отделением может давать разрешение на спуск в чаны, сборники соков и барабаны лишь после того, как он убедится, что они вполне освобождены от соковых жидкостей, растворов и пр., тщательно и обильно промыты водой при помощи распыливающих и разбрызгивающих воду приспособлений (брашпайтов, щеток и т. п.) и промывные воды спущены или откачаны.

Разрешение на очистку сборников грязи и канализационных колодцев заведующий отделением может дать лишь после тщательного их проветривания.

54. Работа людей в чанах, сборниках, колодцах и барабанах допускается лишь под непосредственным наблюдением лица административно-технического персонала, которое в каждом отдельном случае обязано получить соответствующее полномочие от заведующего отделением.

55. При спуске в чаны, сборники, колодцы и барабаны рабочие обязаны надевать противогазы.

56. Рабочий, спускающийся в чан, сборник, колодец или барабан, должен быть окочен веревкой, свободный конец которой должен оставаться у другого рабочего, находящегося снаружи, чтобы в случае возникновения опасности удушья или отравления накопившимися газами имелась возможность быстро вытащить рабочего наружу.

57. Перед влезанием рабочих в чаны, сборники, колодцы и барабаны должен производиться контроль газового состава воздуха на присутствие или отсутствие в предполагаемых рабочих местах вредных газов.

При этом в случае отсутствия других способов обнаружения вредных газов рекомендуется производить биологический контроль путем опускания на дно живого кролика.

58. На каждом кожевенном заводе должна иметься согласованная с инспекцией труда специальная инструкция, подробно предусматривающая и предупреждающая возможные опасные моменты при влезании людей в чаны — отмочные, зольные, соковые, дубные, в сборники соков и грязи, в канализационные колодцы и в барабаны (дубные, промывные и пр.).

Инструкция эта должна быть вывешена на видных местах в отделениях завода, а также в помещении для отдыха и приема пищи.

Администрация завода обязана ознакомить всех рабочих с содержанием инструкции и разъяснить им опасность работы в предусмотренных этой инструкцией местах...

61. Рабочим кожевенных заводов выдаются спецодежда и предохранительные приспособления по нормам НКТ СССР.*

(Якимчик, 1930 г., стр. 410—414; В. Марфенин и др. 1935 г., стр. 254—259).

В «Правилах о мерах безопасности в производствах минеральных солей и не-
которых кислот, относящихся к основной химической промышленности», утвер-
жденных НКТ 10/IV 1922 г., указано:

38. Аппараты для получения сероводорода, применяемого для производства
аккумуляторной кислоты, должны быть снабжены предохранительными приспособ-
лениями против развития в них высокого давления.

Постановлением НКТ СССР от 10/IV 1932 г. № 118 (Изв. НКТ № 22—23,
1932 г.) запрещена работа женщин при очистке канализационной сети, а также при
варке фактисов в резиновом производстве.

Индикация — по характерному запаху. Влажная свинцовая фольга
в присутствии сероводорода буреет или чернеет. При очень малых
концентрациях сероводорода через некоторое время фольга может
снова побелеть (образование сульфата свинца).

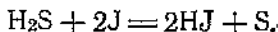
Если в испытуемой атмосфере бумажка, омоченная раствором
уксуснокислого свинца, окрашивается в течение 2 сек., то сероводород
имеется в токсической концентрации.

В прилагаемой таблице приводятся субъективные наблюдения.
Эти последние однако относятся только к моменту перехода из чистой
атмосферы в зараженную. Если в такой зараженной атмосфере нахо-
диться несколько минут, то обонятельные ощущения могут пол-
ностью исчезнуть. При этом остается незамеченным и увеличение кон-
центрации, так что единственно точным является объективный метод
индикации²¹. Этот метод допускает также количественное колори-
метрическое определение¹¹.

Действие различных концентраций сероводорода в воздухе,
определяемых влажной уксуснокислой свинцовой бумажкой
по Смольчику и Коблеру²¹

Объемные ‰	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³)	Наблюдение	
			субъективное	уксуснокислая свинцовая бумажка
0,34	4,7	3400	сильный запах	мгновенное окрашивание
0,034	0,47	340	„ „	окрашивание наступает сейчас же
0,0034	0,047	34	отчетлив. запах	окрашивание наступает через 2 сек.
0,00034	0,0047	3,4	заметный запах	окрашивание наступает через 30 сек.

Определение. 1. Воздух с содержанием сероводорода пропускается
через большие количества титрованного иодного раствора:



Метод пригоден только для сильно разведенных растворов и в отсут-
ствии света.

2. Пропускание через бромную воду: осаждение в виде BaSO_4 и
взвешивание.

* Нормы спецодежды и предохранительных приспособлений для рабочих
кожевенной промышленности утверждены в пост. НКТ СССР 23/I 1933 г. за № 8,
раздел V «Союзкож», (Прилож. к № 31 «Известий НКТ СССР» за 1929 г.).

Литература

1. Baader, Gewerbkrankheiten, у G. u. F. Klempere, Neue Deutsche Klinik, Bd. 4, S. 159, 1929.
 2. Bakker, Nederl. Tijdschr. Geneesk. 67, 2 (1923).
 3. Eulenber, Die Lehre von den schädlichen und gütigen Gasen. S. 265. 1865.
 4. Flury (неопубликованные опыты).
 5. Gutmann, Dtsch. med. Wchschr. 1928, 1422.
 6. Hankel, Vrtjschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. 1923 (здесь также литературные указания).
 7. Henderson, Haggard u. Charlton, Amer. Journ. Physiol. 41, 289 (1922).
Haggard, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 19, 262 (1922).
Henderson-Haggard, Noxious Gases. S. 188, 1927 (рус. перевод, стр. 168, Госгрудиздат, 1930).
 8. Holtzmann, Zentralblatt Gewerbehyg. 7, 217 (1919).
Gross (Ludwigshafen), Verh. dtsh. pharmak. Ges. Königsberg 1930.
 9. Krahnstöver, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 245 (1928).
 10. Kranenbung u. Kessener, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 2, 348 (1925).
 11. Lehmann, Arch. f. Hyg. 14, 135 (1892).
 12. Lehmann, Arch. f. Hyg. 17, 332 (1893).
 13. Lehmann, Arch. f. Hyg. 30, 262.
 14. Lehmann, Arch. f. Hyg. 34, 272 (1899).
 15. Meyer, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 41, 726 (1898).
 16. Mita, Klin. Mbl. Augenheilk. 83, 797 (1929).
 17. Rodenacker, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 3, 20 (1926).
 - 17a. Rodenacker, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 205, 372 (1927).
 18. Rubino, Il lavoro 1912, № 11.
 19. Scholte, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 6 (1929).
 20. Schütze, Arch. f. Hyg. 98, 70 (1927).
 21. Smolczyk u. Coblér, Gasmaske 2, 27 (1930).
 22. Stiefel u. Polek, Ztschr. f. Biologie 16 (y 11).
 23. Walton u. Witherspoon, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 26, 315 (1928).
 24. Zangger u. Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie. S. 245, 1928.
- Дальнейшие литературные указания см.
 Basch, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 111, 126 (1926).
 Hijmanns van den Bergh, Klin. Wschr. 1922.
 Ср. также.
 Rodenacker, Erkrankungen durch Schwefelwasserstoff (Aertzliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 47. Berlin 1930).

Дополнительная литература

- Banik, Zentralbl. f. Gewerbehyg. № 6—7, 121 (1932).
 Hernbrand, Schweiz. med. Woch. 1, 569 (1933).
 Weise, Arch. f. Gewerbepathol., 4, 219 (1933).
 Wolinsky u. Petrowsky, Arch. Hyg. Bacteriol. № 109 (1932).
 Аверьянов и Гурвич, Вентиляция пром. предприятий, стр. 528 (1932).
 Асс, Вол, Левитан, Труды Украинск. института рабочей медицины, вып. 5, Харьков (1926).
 Барков, Профпатология и профгигиена, сб. 4 (1929).
 Берберов и Израэльсон, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 12, стр. 98 (1931).
 Бенсман, Труды Кубанск. медицин. инст., 1, 137 (1933).
 Берлин, Гигиена труда № 8 (1926).
 Бутрим, Гигиена труда № 12, 99 (1928).
 Васкевич, Гигиена, безопасность и патол. труда № 9, 98 (1929).
 Волынский, Казанск. мед. журн. № 10—12, 838 (1932).
 Волынский и Петровский, Гигиена, безопасность и патология труда № 12, стр. 94 (1931); Казанск. мед. журн. № 10—12, 848 (1932).
 Гродзовский, Анализ воздуха в пром. предприятиях, стр. 129, 2-е изд., Соцэкгиз. (1931).
 Гродзовский и Дьяков, Гигиена, безопасность и патол. труда № 6, 41 (1929).
 Добрин, Врач. дело № 2 (1928).
 Икрянников, Гигиена, безопасность и патол. труда № 2, стр. 89 (1931).
 Каменщиков, Гигиена, безопасность и патол. труда № 12, стр. 44 (1931).
 Клеер, Врач. дело № 5—6 (1925).

- Кузнецов, Гигиена, безопасность и патол. труда № 1, стр. 42 (1931).
 Круковер, Вестник риноларингологии № 1, 48 (1927).
 Литкенс, Гигиена труда, № 9, 53 (1927).
 Лейтес, Генкин и Андреев, Оздоровл. труда и револ. быта, вып. 19 (1928).
 Логинов, Козляева, Ворохобин, Бюллетень Ленингр. ин-та орг. и охр. труда № 14—15, 64 (1932).
 Мусаелян, Гигиена труда № 1, 115 (1927).
 Натансон и Евзерова, Труды Украинск. ин-та рабочей медицины, вып. 1 (1925).
 Петрова и Яковцевская, Журнал прикладной химии № 5 (1932).
 Прейс, Гигиена, безопасность и патол. труда № 6, стр. 98 (1930).
 Профессиональные отравления в кожевенной промышленности (газообразова-
 ние в дубильных чанах и борьба с ним). Труды ВЦИЭООТ. Гизлегпром, 1932.
 Резник и Санин, Гигиена, безопасность и патол. труда, № 12, стр. 62 (1931).
 Саядомир, Сибирск. арх. теоретич. и клин. мед. № 11—12 (1927).
 Суров, Курортно-санаторное дело № 1 (1930); Труды Гос. института ку-
 рортологии № 1 (1928).
 Ундриц, Журнал ушных, нос. и горл. болезней № 1—4 (1928).
 Фаслер, Гигиена труда № 11, 104 (1928).
 Хмаладзе, Гигиена труда № 5, 62 (1927).
 Цвингман, Русская отолярингология № 6 (1929).
 Четвериков и Смирнов, Охрана труда в химич. промышленности, т. 2, в. 2 (1929).
 Четвериков, Гигиена труда № 11, 71 (1927).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасности и пром. санитарии, 4-е изд., Гострудиндат (1930).
 Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промыш-
 ленности, ч. II, ОНТИ (1935).
 Правдин, Руководство промышленной токсикологии, вып. I, Биомедгиз (1934).
 Израэльсон, Острые отравления рабочих в дубильных цехах, Тр. и мат. ВЦИЭООТ, вып. 28, 1932.
 Fritz, Schwefelwasserstoffvergiftungen in einer Gerberei, Zbl. f. Gwh. № 7 (1930).
 E. Gross, Ueber Schwefelwasserstoffvergiftung. N.-S. Arch., Bd. 157.
 Stocker F., Praktische Bemerkungen zur Pathologie und Therapie der Schwefel-
 wasserstoffkrankungen der Augen, Med. Klin. № 5 (1931).

Сернистый газ (двуокись серы)

Формула: SO_2 . Мол. в.: 64,06.

Получение. Сжиганием серы, обжигом серосодержащих руд и др.

Свойства. Бесцветный газ со своеобразным колющим запахом и кислым вкусом. Легко растворим в воде. Плотность (воздух = 1) 2,213. Литр газа весит 2,66 г. Легко сжижается (при 15° и 2,5 ат); уд. в. при 15° 1,3964, темп. кип. —10°.

Возможности отравления. При обжигании и размельчении содер-
 жащих серу руд; при производстве серной кислоты; при воздействии
 концентрированной серной кислоты на металлы (рафинирование),
 уголь, опилки или аналогичные органические вещества; при произ-
 водстве квасцов, при фабрикации ультрамарина, стекла, искусствен-
 ных удобрений, костяного клея; на кирпичных заводах; в керамиче-
 ском производстве; при отработке газоочистительной массы на
 газовых заводах; при сжигании серосодержащего угля.

Последнее обстоятельство является главным источником распространения сер-
 нистого газа в воздухе городов. Так как однако в присутствии влаги двуокись
 серы легко окисляется в воздухе до серной кислоты, то всегда в воздухе находят
 только незначительные количества этого соединения*.

Далее отравления возможны при производстве сульфитцеллю-
 лозы; при окуривании серой винных бочек, хмеля; при белении со-

* См. раздел «Действие газов на растения».

ломы, шерсти, шелка, щетины, материала для свечей; при применении его как дезинфекционного средства в щеточном и кисточном производстве (при прядении из конских волос) и при борьбе с вредителями*. Особенно легко могут иметь место отравления при работе со сжиженным сернистым газом при очистке нефти (метод Э д е л е а н у), больше всего однако в холодильном деле (ледоделательные и холодильные машины). Случайные смертельные отравления двуокисью серы имели место при фейерверках¹⁶.

Общий характер токсического действия: раздражающий газ с преимущественным действием на верхние отрезки дыхательных путей, а при более сильных отравлениях и на нижние.

Механизм действия яда. На влажных поверхностях слизистых оболочек дыхательных путей и глаз сернистый газ окисляется в серную кислоту, при этом происходит сильное раздражение и повреждение тканей, что иногда ведет к некрозу. Особенно раздражаются глаза и зев. При более сильном или длительном воздействии вызываемое сернистым газом раздражение ведет к геморрагическому воспалению верхних дыхательных путей и геморрагическому отеку легких.

Сернистый газ повидимому действует также раздражающе на органы кроветворения (костный мозг, селезенка), результатом чего является увеличение числа красных кровяных телец и увеличение гемоглобина.

Отдельные исследователи говорят об образовании при сильных отравлениях сернистым газом метгемоглобина. Такое образование метгемоглобина легко объяснить, принимая во внимание, что сернистый газ является сильным восстановителем.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Умеренные концентрации только раздражают слизистые оболочки дыхательных путей и глаз. Более высокие концентрации ведут к помутнению роговицы, которое, в зависимости от тяжести отравления, раньше или позже исчезает или остается. С увеличением концентрации животные поправляются все медленнее или умирают.

На вскрытиях в воздухоносных путях вплоть до бронхов можно отметить слизисто-гнойные или фиброзные наложения одновременно с сильной гиперемией, кровоизлияниями в легких или легочным отеком.

Восприимчивость различных видов животных к сернистому газу различна; всего чувствительнее лягушки, влажная кожа которых представляет особенно обширную поверхность для проникновения яда. Из теплокровных наиболее чувствительны мыши и крысы. По Л е м а н у¹⁵ животные в среднем абсорбируют едва только 46% имеющегося в воздухе сернистого газа через нос или воздухоносные пути. Эта абсорбция** при более умеренных концентрациях сильнее, чем при более сильных.

2. У человека. Уже при очень умеренных концентрациях сернистый газ действует раздражающе на все наружные слизистые оболочки. Вдыхание более высоких концентраций вызывает хрипоту, боли и чувство сдавления в груди и бронхит; в течение некоторого времени становится невозможным разговор и глотание, а соединитель-

* См. раздел «Борьба с вредителями».

** Точнее — процент абсорбированного вещества. Ред.

Действие сернистого газа на различных животных

Вид животного	‰	мг/л (прибли- тельно)	Части на миллион (мг/л)	Экспозиция	Действие
Лягушка	1	2,6	1 000	15—20 мин.	смерть ¹⁹
	2	5,2	2 000	10—15 "	смерть ¹⁹
Мышь	0,4	1,0	400	5 час.	выживание ¹⁹
	0,6	1,5	600	1/2—1 час.	смерть на вторые сут. ¹⁹
	0,8—1	2—2,6	800—1000	20 мин.	смерть ¹⁹
Крыса	1	2,6	1 000	?	смерть ¹⁹
	3	8	3 000	4—10 мин.	смерть ²⁴
	0,4	1	400	5 час.	сравнительно быстрое выздоровление ¹⁹
Морск. свинка	0,6	1,5	600	6 "	выздоровление через несколько дней ¹⁹
	0,8—1,0	2—2,6	800—1000	1/2—1 час	выздоровление через несколько дней ¹⁹
	2,4	6	2 400	5 час.	смерть через 7 дней ¹⁹
	0,4	1	400	5 "	сравнительно быстрое выздоровление ¹⁹
	0,6	1,5	600	4 "	выздоровление через несколько дней ¹⁹
Кролик	0,8	2	800	1 "	смерть через 7 дней ¹⁹
	2,4	6	2 400	1 1/2 час	смерть через 1 1/2 часа ¹⁹
	0,5	1,3	500	1 час	без видимых измене- ний ⁵
	1	2,6	1 000	1/2 часа	без видимых измене- ний ⁵
	1,5	3,9	1 500	1/4 "	без видимых измене- ний ⁵
Кошка, собака	1,5	3,9	1 500	1/2 "	смерть через 8 дней ⁵
	0,5	1,3	500	1 "	легкое переболевание ⁵
	1	2,6	1 000	1/2 "	переболевание ⁵

ные оболочки глаз часто воспаляются. Очень высокие концентрации быстро вызывают острый бронхит, одышку, цианоз и быстро наступающее расстройство сознания. Все же острые отравления, быстро приводящие к смерти, бывают при вдыхании сернистого газа редко. Так как раздражающее действие этого газа на слизистые оболочки верхних дыхательных путей очень сильно, то обыкновенно предполагают, что смерть наступает вследствие удушья при рефлекторном замыкании голосовой щели, прежде чем данная высокая концентрация сумеет подействовать. Удушение может наступить также вследствие внезапной остановки кровообращения в легких или вследствие шока.

Указание Штребеля²², что сернистый газ является причиной наблюдающихся в вискозных фабриках поражений глаз, опровергается Кнаппом¹² и Ислером⁹.

При вдыхании высоких концентраций можно как результат последствия яда наблюдать в течение месяцев увеличение количества гемоглобина и числа эритроцитов (в одном случае до 8 млн.); равным образом часто бывает и увеличение лимфоцитов вплоть до 40%^{20a}.

Индивидуальная восприимчивость очень различна; ср. нижеследующие таблицы.

Человек абсорбирует приблизительно 65—70% вдыхаемого сернистого газа, т. е. значительно больше, чем животные¹⁵.

В одном произведенном опыте человек в противогазе находился в воздухе, содержащем сернистый газ в концентрации 1%, или 10 000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 26 мг/л, через 2 мин. у этого человека было отмечено раздражение и чувство жара на нежных и влажных участках кожи ^{5*}.

Действие сернистого газа на человека

Действие	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизительно)
а) по Леману-Гессу		
Вызывает быструю или отдаленную смерть при экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час	1,4—1,7	535—650
Опасна для жизни при экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час (Гесс)	0,4—0,5	150—190
Не вызывает немедленных или поздних последствий при экспозиции $\frac{1}{3}$ —1 час	0,17—0,64	65—245
Действует при многочасовой экспозиции (Гесс)	0,02—0,03	8—12
Не вызывает явлений отравления при экспозиции 6 час.	0,06—0,1	25—40
б) по Зеегунзену ²⁴		
Переносимая концентрация в течение 3 мин. . .	0,12	50
Переносимая концентрация в течение 1 " . .	0,3	120
в) по Гендерсону-Хаггарду ²		
Запах еле ощутим ^{4;23}	0,008—0,013	3—5
Немедленное раздражение глаз уже при ⁴ . . .	0,05	20
Немедленное раздражение зева уже при ⁴ . . .	0,02—0,03	8—12
Кашлевое раздражение уже при ⁴	0,05	20
Высшая переносимая концентрация при длительной экспозиции ⁴	0,026	10
Высшая переносимая концентрация при кратковременной экспозиции ^{4;13}	0,13—0,26	50—100
Опасная концентрация даже при малой экспозиции ¹³	1,0—1,3	400—500

Случай отравления. При поломке подводящей трубы для жидкой двуокиси серы последняя попала на лицо и глаза оказавшегося вблизи рабочего. В результате поражения развился сильный отек век, пузыри на коже и некрозы эпителия на роговице вместе с гнойным воспалением конъюнктив. Эпителий роговицы регенерировался полностью после лечения раствором борной кислоты, атропином и маслом в течение 9 дней; через 4 недели наступило полное выздоровление ¹⁹.

б) Имеются отдельные наблюдения **понижения чувствительности** (во внешних проявлениях) к сернистому газу. 1. У животных. У кроликов и морских свинок при вдыхании ежедневно в течение многих часов воздуха с содержанием сернистого газа в концентрации 1,5 мг/л, что соответствует приблизительно 600 частям на миллион, никаких явлений отравлений не наблюдалось. Однако, у них было отмечено увеличение числа красных кровяных телец и гемоглобина и уменьшение резистентности против инфекционных болезней (тиф) ²⁰.

* Современные противогазы вполне гарантируют от проникновения сернистого газа. Ред.

2. У человека. Рабочие, работающие на сульфитно-целлюлозных фабриках, переносят без вреда для себя в течение долгого времени сернистый газ в концентрации 0,03—0,05 ‰, или 30—50 частей на миллион, что соответствует приблизительно от 0,08 до 0,13 мг/л*. Это в четыре раза больше концентрации, которая является уже тягостной для непривычных людей^{14, 15} (см. также Леман¹³).

Все же понижение чувствительности к сернистому газу у человека ограничено известными пределами.

с) Хроническое отравление. 1. У животных. По Ронцани концентрация сернистого газа 0,05 ‰, или 50 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,13 мг/л, является наивысшей, которую переносят кролики при длительной экспозиции без вреда для себя; при более высоких концентрациях наступают расстройства в питании и в кроветворении¹¹. С другой стороны, Мильштейн указывает, что концентрация сернистого газа 0,5 мг/л, что соответствует приблизительно 190 частям на миллион, вдыхаемая ежедневно в течение 2—3 мес. в продолжение 15 мин., вызывает только неясно выраженные катарральные явления, главным образом в более глубоких отрезках воздухоносных путей¹⁸. На вскрытии у этих животных можно было отметить только нерезко выраженную гиперемию слизистых оболочек, очаговую эмфизему легких и расширение полостей сердца¹.

2. У человека. Продолжительное вдыхание воздуха, содержащего сернистый газ в концентрации 0,02—0,04 ‰, или 20—40 частей на миллион, что соответствует 0,05—0,1 мг/л, переносится без всяких вредных последствий*; наблюдающиеся при этом вначале явления отравления исчезают довольно скоро вследствие понижения чувствительности («привыкания») ¹³.

Воздействие в течение долгого времени более высоких концентраций может повлечь за собой более серьезные явления отравления: бледность, болезненный вид, противный вкус во рту, отсутствие вкуса, потерю аппетита, запоры; язык при этом краснее, чем в норме, и имеет своеобразный блеск. Вследствие воспалительных процессов в воздухоносных путях появляются обильные выделения из носа, хрипота, кашель, часто с кровью, чувство стеснения в груди и эмфизема легких. У женщин могут появиться расстройства менструаций и бели². Отмечаются также воспалительные явления в глазах, которые вынуждают к оставлению работы.

У работающих на сульфитно-целлюлозных фабриках рабочих, которые во всем остальном не имели никаких жалоб на уменьшение своей работоспособности, можно было часто обнаружить увеличение числа эритроцитов^{20a}.

Влияние сернистого газа на туберкулез. Согласно широко распространенному мнению вдыхание в течение долгого времени небольших концентраций сернистого газа останавливает дальнейшее развитие туберкулеза, аналогично тому, как это принято думать и по отношению к другим раздражающим газам, как например хлору. На этом предположении основана так называемая лигносульфитная терапия, а именно, вдыхание паров очищенного сульфитцеллюлозного щелока, который содержит бисульфит кальция или сернистую кислоту. До сих пор однако не могло быть приведено ни одного бесспорного дока-

* Цифры, приведенные автором, слишком высоки. В СССР предельная допустимая концентрация в воздухе рабочих помещений установлена в 0,02 мг/л (для заводов основной химической промышленности—0,04 мг/л) (пост. НКТ СССР от 11/VII 1930 г.). Ред.

зательства в пользу такого действия сернистого газа. Наоборот, Кискальт мог констатировать, что у животных вдыхание незначительных количеств сернистого газа (в среднем 0,006—0,04 ‰, или 6—40 частей на миллион, что соответствует 0,016—0,10 мг/л) ухудшает течение экспериментально вызванного туберкулеза¹¹. Все же можно отметить тот факт, что шуровщики и плавильщики, работающие у генераторных печей, как правило, не заболевают туберкулезом, как и другими инфекционными заболеваниями воздухоносных путей. То же самое можно сказать и о рабочих на сульфитно-целлюлозных фабриках^{3, 6; 8}.

См. также раздел «Применение газов в медицине».

Терапия. Как при всех отравлениях раздражающими газами. Промывание глаз, полоскание рта и горла слабыми растворами щелочей (двууглекислая сода).

Меры защиты. Пользование специальными противогазами.

Обязательные меры по защите указаны в постановлениях НКТ СССР, выдержки из них приведены ниже.

Извлечение из **Обязательного постановления НКТ СССР от 2/XII 1929 г. № 370** (прилож. к № 51—52 «Изв. НКТ», 1929 г.).

198. Помещение отбелки товара сернистым газом должно быть вполне изолировано от других помещений и должно быть оборудовано вентиляционным устройством, обеспечивающим удаление сернистого газа из помещения перед выгрузкой и ковой загрузкой товара.

Извлечение из **Правил устройства и содержания кожевенных заводов.** (Обяз. пост. НКТ СССР от 8/X 1929 г., № 326). («Изв. НКТ», 1929 г. № 45—46).

31. В отмоном, зольном, мягчильном, дубном и красильном отделениях, помимо приспособлений для естественного проветривания рабочих помещений (форточки и фрамуги), должна быть устроена искусственная вентиляция, обеспечивающая надлежащую чистоту воздуха.

32. Кроме общей вентиляции, предусмотренной в ст. 31, при дублении кож хромовыми солями по двухванному способу восстановительные ванны и барабаны должны быть снабжены местными вытяжными приспособлениями для удаления образующегося сернистого газа. То же требование относится и к аппаратам для приготовления хромового экстракта.

В связи с широким применением сернистого газа в холодильном деле ниже приводится извлечение из **Обязательного постановления о мерах безопасности для холодильных устройств** (утв. НКТ СССР 23/X 1924 г., № 455/482) («Изв. НКТ», 1924 г. № 43).

3. Машины и трубопроводы для сернистого ангидрида, аммиака, углекислоты и других вредных для здоровья холодильных реагентов должны быть выполнены и смонтированы с наибольшей тщательностью и содержаться в состоянии, обеспечивающем надлежащую плотность их, не допускающую протекания вредных газов в атмосферу рабочих помещений.

Примечание. Для трубопроводов сернисто-ангидридных машин предпочтительнее употребление медных труб ввиду возможности разъедания железных труб образующейся при наличии влаги сернистой кислотой. Для трубопроводов и частей аммиачных машин, наоборот, применение меди и ее сплавов недопустимо.

4. Во всех помещениях, где установлены аппараты и машины, работающие вредными для здоровья газами, должна быть устроена надлежащая вентиляция этих помещений.

5. Во всех вновь проектируемых помещениях для машин и аппаратов, работающих вредными газами, должны быть устроены два независимых друг от друга выхода, чтобы в случае прорыва вредных газов можно было легко оставить помещение.

6. При каждой установке должны иметься в достаточном числе противога-

зовые шлемы, которые должны употребляться при прорывах газов и при всех работах у неплотных мест, а также в тех случаях, когда можно опасаться выхода вредных газов, как то: при перебивке сальников, осмотре клапанов, цилиндров и т. п. Шлемы должны храниться у входа в машинные помещения и притом таким образом, чтобы резиновые части их не портились (не высыхали) от высоких температур. Для работ у аммиачных и сернисто-ангидридных машин рабочие должны снабжаться резиновыми перчатками для предохранения рук от ожогов.

7. Баллоны для жидких сернистого ангидрида, аммиака, углекислоты и других холодильных реагентов должны храниться в помещениях, совершенно изолированных от самих охлаждаемых камер, и ни в коем случае не должны подвергаться нагреву от какого-либо источника тепла, например солнечных лучей, системы отопления и пр.

9. При новых установках помещения холодильных камер должны быть совершенно изолированы от машинных помещений, чтобы в случае взрывов или прорывов вредных газов в машинных помещениях рабочие, занятые в холодильных камерах, не могли пострадать.

Примечание. При небольших установках, мощностью не свыше 30 000 кал в час, допускаются отступления от требования настоящей статьи.

10. При пробе машин и трубопроводов давлением воздуха допускается повышать давление за один прием не более чем на 4—5 ат, причем после каждого такого повышения давления необходимо остановить компрессор и дать сжатому воздуху охладиться.

11. При осмотре частей хлорметидовых и аммиачных машин, компрессоров, маслоотделителей и других аппаратов запрещается вводить в эти части открытый огонь (зажженные свечи и т. п.).

12. При наполнении системы холодильным реагентом запрещается поливать баллоны теплой водой или нагревать их.

13. При открывании какой-либо части системы (трубопроводов, цилиндра, вентилей и пр.) после того как вредные газы откачаны или выпущены, необходимо предварительно слегка отпустить болты открываемых фланцев, крышек и т. п. и убедиться, вполне ли отсутствуют вредные газы.

14. Применяемые в холодильных машинах реагенты: аммиак, хлорметил, сернистый ангидрид, углекислота должны быть свободны от посторонних примесей...

19. Среди обслуживающего холодильную установку персонала должно быть лицо, обученное подаче первой помощи. При холодильной установке должна иметься аптечка с необходимыми медикаментами.

(Якимчик, 1930 г., стр. 424—425).

Приводим также имеющие важное значение для предупреждения отравлений как сернистым газом, так и другими газами извлечения из «Временных правил устройства, содержания и освидетельствования баллонов для сжатых, сгущенных и растворенных газов» (утв. НКТ СССР 29/VII 1933 г.).

1. Действию настоящих правил подлежат все баллоны и сосуды, служащие для наполнения их нижеследующими сжатыми, растворенными или сгущенными газами: кислородом, водородом, ацетиленом, блугазом, сжатым воздухом, азотом, аргоном, гелием, углекислотой, сернистым газом, аммиаком, хлором, а также метаном и другими природными газами.

2. В зависимости от назначения баллоны разделяются на марки, соответствующие стандартам: А — для водорода, кислорода, аргона, азота, неона, гелия, метана и воздуха; Б — для углекислоты, блугаза; В — для хлора, ацетилена, сернистого газа и аммиака.

Для указанных марок баллонов устанавливается следующая емкость: марки А — 25—33—35—40—50 л; марки Б — 25—35—40—50 л; марки В — 40 л; емкость баллонов измеряется емкостью воды при 20° С.

Наружный диаметр баллона должен быть 200—219 мм, толщина стенок 7½—8 мм. Исключение составляют хлорные баллоны, наружный диаметр которых должен быть 178 мм с толщиной соответствующих стенок 5 мм.

Баллоны для аммиака могут иметь емкость до 120 л воды.

... На горловину каждого баллона должно быть плотно надето штампованное или литое из стали кольцо, имеющее снаружи резьбу для навертывания предохранительного колпачка.

Каждый баллон должен быть снабжен предохранительным клапаном, изготовленным из стали или ковкого чугуна, причем в цилиндрической части колпачка должны быть 2 отверстия диаметром по 7 мм для пломбировки и вентиляции...

4. Расходование газов из баллонов производится через редукционный вентиль, предназначенный исключительно для данного газа.

Чувствительность различных методов индикации сернистого газа

Объемн. %	Части на наблюдения	v/г	Субъектив- ные наблюдения	Лакмус	Конго	Универсальный индикатор Мерка: pH через секунды																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
						1	2	3	4	5	10	15	20	30	40	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1,54	15400	40,0	сильный запах	моменталь- ное покраснение	моментальное попленение	3,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</

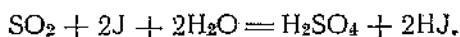
Предохранительная камера низкого давления редуктора должна иметь манометр и предохранитель, отрегулированный на соответствующее максимальное давление. Предохранитель должен быть пружинный.

6. Для внешнего отличия баллонов, предназначенных для наполнения различными газами, а также для предохранения их наружной поверхности от ржавления баллоны должны быть окрашены снаружи масляной или эмалевой краской и иметь соответствующие надписи, нанесенные заводом-наполнителем.

Индикация в воздухе. По запаху, покраснению лакмусовой бумажки и посинению крахмальной бумажки с иодноватокислым натрием (NaJO_3).

Смольчик и Коблер²¹ применяли для индикации сернистого газа в воздухе синюю лакмусовую и конго-бумажку и универсальный индикатор Мерка для определения концентрации водородных ионов. Результаты приведены в таблице, помещенной на стр. 193. Из таблицы видно, что по запаху сернистый газ может быть обнаружен уже при разведении 1,54 части на миллион, при этом конго-бумажка не изменяет своего цвета, в то время как лакмусовая бумажка краснеет через 5 сек., а универсальный индикатор Мерка устанавливается на $\text{pH} = 5$. При концентрации, соответствующей порогу раздражения — 0,05 мг/л, синяя лакмусовая бумажка моментально меняет свой цвет. Следовательно лакмусовую бумажку следует считать пригодной для этой цели. В растворе, который образуется на этой бумажке, концентрация водородных ионов уменьшается до 4, что открывается индикатором Мерка уже через 2 сек.

Определение. Пропускание через определенное количество 0,1—0,01 N раствора иода, смешанного с раствором крахмала:



Литература

1. Еленевский и Пейсахович, Труды Украинского института патол. и гигиены труда, вып. 4 (1928), по Ber. Physiol. 46, 805 (1928).
2. Eulenbergh, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen S. 228, 1865.
3. Fenner, Biol. Heilkunde 11, 169 (1930).
4. Fieldner u. Katz, Engin. Mining Journ. 107, 693 (1909).
5. Flury (собственные неопубликованные наблюдения).
6. Hauck, Concordia (Berl.) 1911, 415.
7. Henderson-Haggard, Noxious Gases. S. 126, 1927 (рус. перевод, стр. 114, Гострудииздат, 1930).
8. Holzmanny Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. 7, 1914.
9. Isler, Schweiz. med. Wschr. 1924.
10. Kennon, Journ. ind. Hyg. 9, 486 (1927).
11. Kisskalt, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 48, 268 (1908).
12. Knapp, Schweiz. med. Wschr. 1923, № 30.
13. Lehmann, Arch. f. Hyg. 18, 180 (1893).
14. Lehmann, Arch. f. Hyg. 34, 272 (1907).
15. Lehmann, Arch. f. Hyg. 35, 81 (1908).
16. Lo Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 187. 1929.
17. Lewin-Guillery, Wirkung von Arzneimitteln und Giften auf das Auge, Bd. 2, S. 796, 1905.
18. Мильштейн, Труды и материалы Украин. инст. пат. и гигиены труда, 6, 377 (1928), по Ber. Physiol. 46, 805 (1928).
19. Ogada, Arch. f. Hyg. 2, 223 (1884).
20. Ronzani, Arch. f. Hyg. 67, 285 (1909).
- 20a. Rostowski u. Crecelius, Dtsch. Arch. f. klin. Med. 163, 107 (1930).
21. Smolczyk u. Cobler, Gasmaske 2, 27 (1930).
22. Strebel, Schweiz. med. Wschr. 1923, № 23.
23. U. S. Dept. of Interior, Bureau of Mines, Bull. 98 (1915).
24. Zeehuisen, Arch. néerl. Physiol. 7, 116 (1922).

Дополнительная литература

- Келое, Machle, Kitzmiller, Leblanc, Journ. of industr. Hygiene, May, 159 (1932).
 Аверьянов и Гурвич. Вентиляция промышленных предприятий (1932).
 Андреасов, Сборник работ сан. инспекции на Украине, вып. 1, Харьков (1923).
 Арановский, там же, вып. 4, Харьков (1925); Гигиена труда № 11, 60 (1928).
 Вигдорчик и Куприц, Гигиена труда № 9, стр. 19 (1926).
 Гитис, Гигиена безопасн. и патол. труда № 2, стр. 104 (1930).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 117, Соцгиз (1931) (2-е изд.).
 Гродзовский и Дьяков, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6 (1929).
 Исаев, Военно-медиц. журн., 4, вып. 4, 252 (1933).
 Икрянников, Гигиена безопасн. и патол. труда № 2, стр. 89 (1931).
 Кузнецов, Гигиена труда № 9, 94 (1929).
 Львович, Сернистый ангидрид как вредная примесь в воздухе консервных заводов и меры его удаления. Гигиена труда № 5 (1934).
 Левицкий, Гигиена труда № 3, 96 (1928).
 Лещинская, Гигиена труда № 4, 18 (1927).
 Медведев, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 3, стр. 92 (1930).
 Мецатунбян, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 4—5, стр. 119 (1931).
 Смирнов, Гигиена труда № 4, стр. 30 (1927).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, стр. 285, 4-е изд., Гострудинат (1930).
 Правдин, Руководство промышленной токсикологии, вып. 1, Биомедгиз (1934).
 Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. II, ОНТИ (1935).
 Redley, The toxicology of sulfur dioxide fumes, J. Ind. Hyg., vol. VI, p. 36, May 1924.

Серный ангидрид (триокись серы) и дымящая серная кислота

Формула серного ангидрида SO_2 . Мол. в.: 80,06.

Получение. Окислением сернистого газа по так называемому контактному способу.

Свойства. В чистом виде твердое кристаллическое вещество, похожее на лед. Темп. пл. $16,8^\circ$. Быстро, особенно в присутствии незначительных количеств воды, превращается в шелковистые, блестящие кристаллы (S_2O_8), которые плавятся только при 50° . В таком виде серный ангидрид поступает в продажу. Он немного летуч уже при обыкновенной температуре и образует с водяными парами густой белый туман, состоящий из серной кислоты и воды.

Дымящая серная кислота представляет собой раствор серного ангидрида в концентрированной серной кислоте, обычно с содержанием SO_2 12—40%. Маслянистая жидкость (олеум). При содержании 40—60% SO_2 — твердая масса, при содержании 70% SO_2 — опять превращается в жидкость. С воздухом, особенно при нагревании, также образует густой белый туман.

Возможности отравления. При проливании или поломке бочек; при сульфировании и аналогичных процессах на производстве; при получении искусственных туманов.

Действие. Аналогично действию серной кислоты.

Серная кислота

Формула: H_2SO_4 . Мол. в.: 98,08.

Производство. По камерному методу окислением сернистого газа окислами азота в присутствии кислорода воздуха и воды или по кон-

тактному методу из сернистого газа и кислорода при температуре около 400° и в присутствии катализатора (обычно платины) с последующим поглощением SO_2 серной кислотой.

Свойства. Маслянистая жидкость, в чистом виде прозрачная, без запаха. Уд. в. при 20° 1,834, темп. кип. 338° с незначительной диссоциацией на серный ангидрид и воду. В парообразном состоянии диссоциирует полностью. При обыкновенной температуре не дымит. Лишь при нагревании до 50° выделяет раздражающие пары серного ангидрида, которые с водяными парами воздуха образуют белый туман. При нагревании разведенной серной кислоты более густой туман появляется лишь тогда, когда из кислоты удалена вся вода.

Возможности отравления. При получении водорода из растворов серной кислоты вместе с пузырьками выделяющегося газа в воздух поступают мельчайшие капельки серной кислоты. Такой туман образуется например на аккумуляторных фабриках¹.

Аналогичный туман образуется также при протравке металлов серной кислотой.

Общий характер действия паров серной кислоты. Раздражающее и разъедающее действие на слизистые оболочки, особенно на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Явления отравления. Раздражающее действие выражается в сильнейшем кашлевом раздражении и в воспалении верхних дыхательных путей, которое при известных условиях может распространиться на легкие. Концентрации, гораздо меньшие, чем 0,1% по объему, что соответствует приблизительно 4 мг/л, уже делают дыхание невозможным. В глазах появляется колющая боль и жжение, особенно когда последние обращены вверх. Временами можно также отметить особую болевую чувствительность и повреждение резцов, как при соляной кислоте.

Индивидуальная восприимчивость к парам серной кислоты очень различна. Голландские исследователи считают, что концентрации 0,01% по объему, или 10 частей на миллион, что соответствует 0,04 мг/л, безвредны. Шванн определил как почти безвредную даже двойную или тройную концентрацию. С другой стороны, Дорш² отметил у людей, вдыхавших воздух с содержанием паров серной кислоты в помещениях для аккумуляторов, следующие явления:

при концентрации 0,5 мг/м³, что соответствует приблизительно 0,125 частей на миллион, едва заметные неприятные ощущения;

при концентрации 0,5—2 мг/м³, что соответствует приблизительно 0,125—0,5 частям на миллион, незначительные неприятные ощущения;

при концентрации 3—4 мг/м³, что соответствует приблизительно 0,75—1 части на миллион, ясно выраженные неприятные ощущения;

при концентрации 6—8 мг/м³, что соответствует приблизительно 1,5—2 частям на миллион, резко выраженные неприятные ощущения.

Случаи отравления. При применении серусодержащего мазута для топки котлов в огневых трубах отложилась пыль, содержащая до 35% SO_4 , частью в виде сульфата железа (11,7%), частью в виде свободной кислоты, адсорбированной углем. При чистке труб эта пыль подействовала разъедающе на слизистые оболочки и кожу «вследствие гидролитического отщепления серной кислоты».

Аналогичные явления раздражения, особенно в дыхательных путях наступили у работавших на разгрузке пирита с корабля вследствие вдыхания его пыли. Упомянутая руда содержала 7,1% могущей отщепиться при гидролизе серной кислоты в виде сульфатов железа и меди⁴.

При другом несчастном случае, вызванном поломкой баллона с серной кислотой и окончившемся смертью⁵, повидимому имело место отравление сернистым газом, если исключить возможность нахождения в баллоне дымящей серной кислоты. Этот случай неправильно трактовался как отравление парами серной кислоты.

Терапия. Как при отравлении прочими кислотными парами.

Меры защиты. Пользование специальными противогазами. (См. также правила по мерам безопасности, утвержденные НКТ СССР, в разделе «Хлористый водород», стр. 168—169).

Определение в воздухе. Просасывание через влажную вату и ацидометрическое определение задержанной серной кислоты.

Литература

1. Beck, Arb. Reichsgesdh.amt 30 (1909).
2. Dorsch, Diss. Würzburg 1913 (здесь же литература).
3. Kirstein, Vrljschr. f. öff. Gesundh.-Pflege 34 (1902).
4. Schwarz u. Deckert, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 3, 314 (1926).
5. Ztschr. Gewerbehyg. 1907, 430.

Дополнительная литература

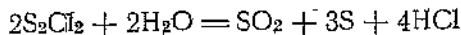
- White, Проф. поражения кожи, стр. 73, Москва 1925.
 Богорад, Сов. стоматол. № 1—2, 48 (1933).
 Гершанский и Попов, Гигиена и санитария № 1, 10 (1933).
 Гринчар и Рохманов, Гигиена и соц. здравоохран. № 1, 38 (1932).
 Силич и Баранов, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8, 91 (1929).

Монохлористая сера

Формула: S_2Cl_2 . Мол. в.: 135,03.

Получение. Действием сухого хлора на расплавленную серу.

Свойства. Маслянистая жидкость темножелтого цвета с удушливым, противным запахом; уд. в. при 20° 1,678; темп. кип. 137,1°. Пары хлористой серы действуют как лакриматор, литр их весит 5,61 г. В воде хлористая сера нерастворима, водой медленно разлагается:



(промежуточным продуктом при этом является серноватистая кислота $H_2S_2O_3$).

Техническая хлористая сера при хранении выделяет в большом количестве серу, что происходит даже под влиянием низкой температуры: в таком случае остающаяся сверху жидкость становится прозрачной, содержит свободный хлор и дымит на воздухе.

Возможности отравления. В лабораториях; при растворении серы и жиров; в резиновой промышленности, при производстве большого числа химико-технических препаратов.

Общий характер токсического действия. Раздражающее вещество с преобладающим действием на верхние дыхательные пути.

Явления отравления

1. У животных. Мышь¹. Концентрация в 0,15 см³/л, или 0,85 мг/л, что соответствует приблизительно 150 частям на миллион, вызывает смерть мыши в течение 1 мин.

Прибавка от 2 до 3% хлористой серы к бензину вызывает при вдыхании паров этой смеси тяжелые расстройства дыхания или его остановку; один бензин действует только наркотически. Равным образом в этом случае развиваются более тяжелые повреждения печени.

Кошки. Переносимая концентрация при 15-минутной экспозиции 0,06 мг/л, что соответствует приблизительно 12 частям пара на миллион; 4-кратная концентрация при экспозиции также в 15 мин. может повести к смерти через несколько дней.

Вдыхание сырого продукта (красно-бурого цвета, с острым запахом, темп. кип. 139°) при экспозиции в 3 часа вызывает у кошек только легкое воспаление слизистой оболочки носа. Концентрация 0,1 мг/л при 5-часовой экспозиции вызывает у кошек и кроликов только легкие явления раздражения².

2. У человека. Хлористая сера раздражает слизистые оболочки носа, горла и сильнее всего глаз. При вдыхании больших количеств паров хлористой серы при несчастных случаях (поломка колбы) смерть наступает на следующий день.

На предприятиях резиновой промышленности употребляется сероуглерод, содержащий обычно 1—3% хлористой серы. При вдыхании паров этой смеси нельзя отметить непосредственного действия этого соединения³. Те заболевания глаз, которые часто наблюдаются у рабочих на этих фабриках, следует отнести за счет сероводорода или сероуглерода³.

Терапия. Свежий воздух. В остальном лечение симптоматическое и одинаково с лечением отравления хлористым водородом.

Профилактика см. «Сероуглерод».

Защита. С помощью специальных противогазов.

Определение. Медленное просасывание через раствор азотно-кислого серебра в азотной кислоте; выпавшее хлористое серебро растворяют в аммиаке и снова осаждают азотной кислотой.

Литература

1. Adler-Herzmark, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 6, 97 (1929).
2. Lehmann, Arch. f. Hyg. 20, 761 (1894).
3. Lewin-Guillery, Wirkung von Arzneimitteln und Giften auf das Auge, Bd. I, S. 86, 1905.

Хлористый тионил

Формула: SOCl_2 . Мол. в.: 118,97.

Получение. Действием пятихлористого фосфора на двуокись серы (сернистый газ).

Свойства. Бесцветная жидкость, сильно преломляет свет, с удушливым запахом, похожим на запах сернистого газа. Уд. в. при 20° 1,638; темп. кип. чистого продукта 75,6°. Литр пара весит 4,95 г. В присутствии воды быстро распадается на хлористый водород и сернистый газ, еще быстрее такое распадение происходит в присутствии щелочей: $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{SO}_2$.

Возможности отравления. В лаборатории и на производстве (применение как хлорирующего вещества, при синтезах и т. д.).

Общий характер токсического действия. В воздухоносных путях распадается на хлористый водород и сернистый газ и соответственно с этим действует раздражающе; токсичность этого соединения выше, чем токсичность сернистого газа.

Явления отравления

1. У животных. При 20-минутной экспозиции и концентрации приблизительно 0,085 мг/л, что соответствует приблизительно 17,5 частям пара на миллион, кошки погибли примерно через 10 дней (собственные неопубликованные наблюдения).

2. У человека. Особенно раздражает глаза. Тяжелые отравления до сего времени в литературе не были описаны.

Селенистый водород

Формула: H_2Se . Мол. в.: 80,98.

Получение. Действие неорганических кислот на селениды.

Свойства. Бесцветный газ, с запахом гнилой редьки, только слегка напоминающим запах сероводорода. Литр газа весит 3,38 г. На воздухе легко диссоциирует. Растворяется в воде с образованием кислореагирующей жидкости, выделяющей на воздухе селен.

Возможности отравления. На стекольных заводах (селен применяется для окрашивания стекла в розовый цвет и для уничтожения окраски в стекле, содержащем железо).

Общий характер токсического действия. Сильный раздражитель для верхних дыхательных путей, для глаз и для кожи. В тканях разлагается с выделением селена, который, в свою очередь, может вызвать в дыхательных путях вторичное воспаление.

Явления отравления

1. У животных. Кролики. Вдыхание селенистого водорода в концентрации от 0,62%, или 6200 частей на миллион, что соответствует приблизительно 20 мг/л, вызывает следующие явления: глаза закрыты, усиленная секреция окрашенной селеном в красноватый цвет слизистой оболочки носа, затрудненное дыхание и смерть через 25 мин. при судорогах. Кожа и шерсть окрашиваются при этом выделившимся селеном в красно-бурый цвет¹. Концентрация 0,04%, или 400 частей на миллион, что соответствует приблизительно 1,3 мг/л, оказалась недействующей².

Голубь. При вдыхании селенистого водорода в той же концентрации, 0,62%, наступали аналогичные явления отравления, как и у кролика: смерть наступала через 8 мин.¹.

При оценке многочисленных имеющихся по данному вопросу литературных данных следует иметь в виду, что токсичным является лишь селенистый водород, проникающий до слизистых оболочек в неразложившемся виде.

2. У человека. Уже незначительные количества селенистого водорода (пузырьки с горошину величиной) вызывают сильное раздражение верхних дыхательных путей; развивается сильное чихание, царапанье в горле, хрипота, сильный, большей частью сухой, кашель, потеря обоняния, продолжающаяся в течение нескольких часов, и насморк, продолжающийся в течение 14 дней или дольше. Слизистые оболочки глаз также раздражены. Одновременно отмечены очень сильная колющая головная боль и чувство давления в груди; оба эти симптома обыкновенно исчезают через $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ часа. Явления со стороны дыхательных органов держатся в общем до тех пор, пока идет выделение селена носовой слизью.

Восприимчивость к раздражающему действию селенистого водорода различна. По Эйленбергу¹ селенистый водород «в ряду раздражающих газов занимает первое место». По К. А. Гофману действие селенистого водорода значительно сильнее действия сероводорода. С другой стороны, Мейснер² считает раздражающее действие селенистого водорода более умеренным, чем соответствующее действие хлора или аммиака.

Литература

1. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, S. 459, 1865.
2. Meissner, Ztschr. exper. Med. 42, 272 (1924). (Там же литературные указания).

Теллуристый водород

Формула: H_2Te . Мол. в.: 129,63.

Получение. Разложением теллуристого цинка или железа соляной кислотой.

Свойства. Бесцветный, растворимый в воде газ, со слабо колющим, гнилым, чрезвычайно неприятным запахом; диссоциирует уже при низкой температуре. Литр газа весит 5,4 г.

Возможности отравления. В лабораториях.

Явления отравления. Слабое раздражающее вещество, особенно для носа; слизистая оболочка окрашивается при этом выделяющимся теллуром в темнозеленый цвет. Практически мало ядовит вследствие своего быстрого разложения. Точных указаний однако по данному вопросу не имеется.

Двуокись теллура

Формула: TeO_2 . Мол. в.: 159,50.

Получение. Выделяется при вылипании азотнокислого раствора теллура в воду.

Свойства. Бесцветные кристаллы с неприятным металлическим вкусом, плохо растворимы в воде, хорошо растворяются в щелочах и в крепких кислотах. При нагревании желтеют, при охлаждении снова принимают белый цвет. Плавятся при красном калении и затем улетучиваются со слабым дымообразованием. Литр пара весит 6,63 г.

Возможности отравления. В лабораториях. При рафинировании платины, вследствие вдыхания выделяющихся при плавлении губчатой платины газов, которые содержат двуокись теллура, образующуюся из теллуристого золота и теллуристого серебра.

Явления отравления. Головная боль, плохое самочувствие, позже слабость, головокружение, резкое учащение дыхания и сердечной деятельности, выдыхаемый воздух резко пахнет чесноком; последнее явление исчезает только через недели. В остальном улучшение начинается через 24 часа, без дальнейших осложнений. В организме происходит восстановление двуокиси теллура в диметилтеллур. Это мало ядовитое соединение является причиной своеобразного чесночного запаха выдыхаемого воздуха, что наблюдается уже при вдыхании 1 мг двуокиси теллура с водяными парами. Упомянутый запах большей частью ощущается не самим отравленным, а окружающими.

Литература

- Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, S. 464, 1865.
Mead a. Gies, Amer. Journ. Physiol. 5, 104 (1901).
Adolphi, Chem.-Ztg. 1922, 722.

Группа азота

Сам азот не обладает ни ядовитыми, ни раздражающими свойствами, но так как этот газ не может поддерживать дыхание, то при вдыхании его наступает удушье от недостатка кислорода.

Аммиак NH_3 является сильным раздражителем для верхних дыхательных путей и для глаз. По сравнению с этим раздражающим действием общее действие на нервную систему отходит на задний план.

Аналогично действует треххлористый азот NCl_3 . Азотисто-водородная кислота $\text{H}-\text{N} \begin{smallmatrix} \swarrow \text{N} \\ \parallel \\ \searrow \text{N} \end{smallmatrix}$ является одновременно сильным раздражителем и вероятно также кровавым ядом.

Из окислов азота закись азота N_2O , не обладая раздражающим действием, вызывает удушье только вследствие прекращения доставки кислорода. В смеси с кислородом закись азота действует наркотически.

Окись азота NO является сильным кровавым ядом, вероятно она быстро переводит оксигемоглобин в метгемоглобин и потому вызывает быстро наступающие явления центрального паралича.

Двуокись азота NO_2 или четырехокись азота N_2O_4 — так называемые нитрозные газы — преимущественно обладают раздражающим действием, главным образом для легких. То же самое можно сказать про азотную кислоту HNO_3 и про хлористый нитрозил NOCl , который можно рассматривать как хлорангидрид азотистой кислоты.

Азот

Формула: N_2 . Мол. в.: 28,02.

Свойства. Бесцветный газ, без запаха и вкуса; немного растворим в воде; плотность (воздух = 1) 0,9674; литр азота весит 1,16 г. При -147° и давлении в 33 ат азот сжижается в бесцветную легкоподвижную жидкость без запаха с уд. в. 0,7576 при -184° .

Возможности отравления. Отравления чистым азотом практически не имеют места. Ср. раздел «Расстройств, вызываемые дыханием в атмосфере с измененным и ненормальным составом».

Общий характер действия. Сам по себе азот не обладает ни раздражающими, ни ядовитыми свойствами, но, не будучи в состоянии поддерживать дыхание, он может вызвать удушье, главным образом вследствие недостатка кислорода.

Аммиак

Формула: NH_3 . Мол. в.: 17,03.

Получение. Из газовой воды при сухой перегонке углей, а также прямым синтезом азота и водорода в присутствии катализаторов.

Свойства. Бесцветный газ с колющим запахом и резко щелочным вкусом; плотность (воздух = 1) 0,5962; литр газа весит 0,708 г. Легко растворим в воде; водный раствор легко выделяет газ обратно в воздух. При сильном охлаждении сгущается в прозрачную бесцветную жидкость, кипящую при $-33,4^\circ$, уд. в. ее при 0° 0,6382. В продажу выпускается в растворах различной концентрации: по ОСТ 3754 с содержанием не ниже 25% NH_3 (уд. в. при $15^\circ/15^\circ$ не выше 0,910), не

ниже 20% NH_3 (уд. в. при 15°/15° не выше 0,926) и 10% NH_3 (уд. в. 0,96) (нашатырный спирт, *Liquor ammonii caustici* в медицине) и кроме того в продажу поступает жидкий аммиак в стальных баллонах.

Возможности отравления. При поломке резервуаров, баллонов или труб на различных фабричных производствах, при пожарах и других несчастных случаях; при ситцепечатании, при изготовлении органических красителей, при производстве зеркал, при обработке гуано и т. д.; больше всего однако при получении низких температур (холодильники, фабрики искусственного льда).

Аналогично с аммиаком действует также углекислый аммоний.

У коксовых печей, при перегонке бурого угля, при канализационных работах и т. д. могут иметь место комбинированные отравления от одновременного действия аммиака и других газов (см. раздел «Комбинированные отравления»).

Общий характер токсического действия. Аммиак обладает раздражающим действием преимущественно по отношению к верхним дыхательным путям. При резорбции больших количеств он является кроме того судорожным ядом и действует возбуждающе на центральную нервную систему.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Аммиак вызывает сильное раздражение всех доступных слизистых оболочек, особенно слизистых оболочек глаза (конъюнктивы и роговицы). Наступающие при вдыхании аммиака первоначальные изменения дыхания и сердечной деятельности вызываются рефлекторно вследствие раздражения верхних дыхательных путей. Развивается общий спазм сосудов с соответствующим повышением кровяного давления и с значительным затруднением дыхания. Высокие концентрации аммиака ведут к легочному отеку. По старым данным действие вдыхаемого аммиака ограничивается только поверхностью тканей и абсорбция этого газа не имеет места. Новейшие исследования показали однако, что альвеолярный эпителий легких пропускает аммиак в обоих направлениях 13; 3; 12; 11.

Действие аммиака на кошек, кроликов, морских свинок, крыс⁵

‰	мг/л (приблизительно)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
1/2	0,35	500	около 4 час.	слабое раздражение
1	0,7	1000	„ 5 1/2—7 „	более сильное раздражение и сильное недомогание
2	1,4	2000	„ 2 1/2—8 „	длительное пребывание опасно
5—7	3,5—5,0	5000—7000	„ 1 1/2—4 „	часто быстро ведет к смерти или вызывает пневмонию
ок. 10	ок. 7,0	ок. 10 000	„ 3 1/2 „	более или менее быстро ведет к смерти
более 20	более 14,0	более 20 000	—	быстрая смерть при слабо выраженных явлениях отравления

По Леману⁵ наиболее восприимчивыми к аммиаку являются кошки, затем кролики, морские свинки и крысы. По Хорвату⁴ морские свинки восприимчивее кроликов.

У морских свинок можно наблюдать более или менее сильное изъязвление роговицы.

При более высоких концентрациях у всех подопытных животных развивается изъязвление трахеального эпителия и эпителия языка. На вскрытии легкие гиперемированы или геморрагичны, часто можно отметить геморрагический отек.

В условиях динамической затравки при концентрации аммиака около 1,7 мг/л, что соответствует приблизительно 2500 частям на миллион, собаки весом 8—11 кг абсорбируют из воздуха $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ газа не легкими, а кожей и особенно волосами⁸.

2. У человека. Вдыхание аммиака уже в концентрации 0,1 мг/л, что соответствует 0,14⁰/₀₀, или 140 частям на миллион, вызывает незначительное раздражение. Концентрация 0,25 мг/л, что соответствует 0,35⁰/₀₀, или 350 частям на миллион, хотя и вызывает сильное недомогание, но может переноситься в течение часа. При вдыхании аммиака в концентрации приблизительно 0,15—0,25 мг/л, что соответствует приблизительно 0,2 до 0,35⁰/₀₀, или 200—350 частям на миллион, наступают следующие явления отравления: сильное раздражение в глазах и в носу, частое чихание, слюнотечение, небольшая тошнота и головная боль, покраснение головы (лица — ред.) и потоотделение. Также наблюдается мочеиспускание и боль в области грудины. Эти явления в первые 5 мин. особенно неприятны, затем наступает понижение чувствительности к нему. Раздражение, а также другие явления отравления остаются еще после удаления человека из атмосферы, содержащей аммиак⁵.

Более высокие концентрации аммиака вызывают интенсивное раздражение носоглотки, бронхов, при известных условиях наступает повреждение слизистой оболочки рта, воздухоносных путей и роговой оболочки глаза, приступы кашля, чувство удушья, беспокойство, головокружение, боль в желудке, рвота, задержка мочеиспускания. Кожа на ощупь горяча, суха или влажна; пот пахнет аммиаком. При больших концентрациях смерть может наступить в течение 3—7 дней от отека легких, реже от отека голосовой щели или бронхопневмонических процессов. Быстрая смерть после вдыхания аммиака бывает редко; такая смерть может иметь место благодаря внезапной остановке кровообращения в легких, когда большие количества аммиака проникают в легкие или в левый желудочек. Повреждения глаз проявляются по большей части только через несколько дней; при известных условиях может развиваться помутнение роговицы и слепота^{10; 15}. Особенно тяжелые ведущие к слепоте повреждения глаз наступают в том случае, когда в глаза попадает газ, выходящий под давлением.

По Леману человек, находящийся в атмосфере, содержащей аммиак в концентрациях 0,23—0,3⁰/₀₀, или 230—300 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,16—0,21 мг/л, выделяет обратно через легкие только 12,5% вдыхаемого газа⁶.

В одном случае выделившийся под давлением из ледоделательной машины аммиак вызвал на коже ожог второй степени с образованием пузырей⁵. Насколько здесь имело место действие холода, остается нерешенным.

В качестве осложнений после отравления аммиака были отмечены хрипота, потеря голоса, воспаление гортани и бронхов, а также потеря слуха.

2. У человека возможность привыкания к аммиаку очевидна (ср. сказанное выше)*.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Собаки, а также кошки и кролики после наступления привыкания к аммиаку переносят в течение месяцев ежедневно по 8 час. вдыхание этого газа в концентрации от 1—1,4⁰/∞, или 1000—1400 частей на миллион, что соответствует приблизительно от 0,7 до 1 мг/л¹⁷.

Значительно меньше цифры, приводимые Ронцани. Он указывает, что кролики, морские свинки и голуби переносят без последствий вдыхание аммиака в течение одного месяца ежедневно по 6 час. в концентрации 0,1⁰/∞ или 100 частей на миллион**, что соответствует приблизительно 0,07 мг/л. Концентрация 0,5⁰/∞, или 500 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,35 мг/л, вызвала уже определенные явления; кроме раздражения носа и глаз, особенно роговицы, следовало уменьшение гемоглобина и падение сопротивляемости по отношению к инфекциям; в некоторых случаях у кроликов и морских свинок наступала смерть¹⁸.

2. У человека. При хроническом отравлении наблюдались расстройства пищеварения, хронические бронхиальные катарры, при известных условиях — с кровохарканием, и глухота. Как остающееся осложнение иногда отмечалось развитие стриктур в пищеводе⁹.

Терапия. См. раздел «Лечение газотравленных» (раздражающими газами). Немедленно дача кислорода; при закрытии голосовой щели и отеке голосовых связок — трахеотомия. Раздражение п. phrenici электричеством. Кровопускание с последующим введением 10—20%-ного раствора глюкозы. Применение рекомбинированного против судорог хлоральгидрата опасно. В более легких случаях ингаляция распыленного раствора углекислого натрия. Питье разведенного лимонада.

Защита. Пользование специальными противогазами.

О мерах безопасности для холодильных устройств см. постановление № 455/482 (стр. 191) и раздел «Газы в холодильном деле» (стр. 668).

«Обязательное постановление о порядке устройства и содержания газовых заводов», утв. НКТ СССР 4/1 1925 г., № 3/300.

14. Сливка нашатырного спирта в аммиачном отделении из поглотительных коробок в баллоны должна производиться при помощи технических приспособлений, устраняющих поступление аммиака в воздух.

См. также п. 23 данного постановления (стр. 637).

Правила содержания баллонов с аммиаком приведены во «Временных правилах устройства, содержания и освидетельствования баллонов для сжатых и сгущенных газов», утв. НКТ СССР 20/VII 1933 г. (стр. 192).

Индикация. Аммиак обнаруживается прежде всего по запаху, затем по образованию с соляной кислотой белого тумана и по действию на различные реактивные бумажки.

Смольчик и Коблер¹⁸ испытывали чувствительность к аммиаку лакмусовой, фенолфталеиновой бумаги, а также бумаги, смоченной универсальным индикатором Мерка.

* Категорическое утверждение авторов о возможности привыкания к аммиаку не основательно. Сами авторы признают хроническое отравление, см. также у Левина⁹ и Айзенберга. *Ред.*

** В оригинале допущены опечатки. Вместо приведенных у Ронцани цифр ошибочно указаны концентрации в 10 раз большие: 1⁰/∞, или 1000 частей на миллион (0,7 мг/л). *Ред.*

Чувствительность различных реактив

Объемн. %,	Части на миллион (см ³ /м ³)	мг/л	Субъективные ощущения	Лакмусовая бумага	Фенолфталеиновая бумага
1	10 000	7,1	сильный запах	моментальное изменение цвета	моментальное изменение цвета
0,1	1 000	0,71	ясный запах	моментальное изменение цвета	то же
0,01	100	0,071	" "	изменение цвета через 1 сек.	то же
0,001	10	0,0071	слабый запах	то же через 6,5 сек.	через 5 сек. слабое изменение цвета, через 1 мин. то же самое
0,0001	1	0,00071	запаха нет	через 45 сек. синий оттенок, через 60 сек. ясное, через 70 сек. типичное посинение	через 3 мин. изменения цвета нет

Помещенная выше таблица показывает, что лакмусовая бумага реагирует медленнее фенолфталеиновой: последняя меняется в цвете тотчас же при концентрации аммиака 0,07 мг/л. С другой стороны, при еще больших разведениях фенолфталеиновая бумага уже становится нечувствительной, в то время как лакмусовая бумага еще меняется в цвете, хотя и слабо. Поэтому фенолфталеиновая бумага является наилучшей для индикации опасных концентраций аммиака.

Определение. Поглощение растворами кислот и обратным титрованием.

Литература

1. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen S. 197, 1865.
2. Henderson-Haggard, Noxious Gases. P. 126, 1927 (рус. перевод, стр. 110, Гострудиздат, 1930).
3. Höber, Pflügers Arch. d. Physiol. 149, 87 (1912).
4. Horvath, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 22, 199 (1929); по Ber. Physiol. 32, 94 (1925).
5. Lehmann, Arch. f. Hyg. 5, 68 (1886).
6. Lehmann, Arch. f. Hyg. 17, 329 (1893).
7. Lehmann, Arch. d. Hyg. 34, 372 (1899).
8. Lehmann u. Gast, Arch. f. Hyg. 41, 190 (1901).
9. Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 145, 1928.
10. Lewin-Guillery, Wirkung von Arzneimitteln und Giften auf das Auge, Bd. 2. S. 852. 1905.
11. Liljestrand, de Lind van Weingaarden, Magnus, Pflügers Arch. d. Physiol. 196, 247 (1923).
12. Lipschitz, Pflügers Arch. d. Physiol. 176, 1 (1919).
13. Magnus, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 48, 100 (1902).
14. Matt, Diss. Würzburg 1889.
15. Pichler, Zentralblatt f. Augenheilk. 1910, 277.
16. Ronzani, Arch. f. Hyg. 70, 245 (1909).
17. Seifert, Arch. f. Hyg. 74, 61.
18. Smolczyk u. Cobiér, Gasmasken 2, 27 (1930).
19. Thies, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 83 (1928).
20. U. S. Dept. of Interior, Bureau of Mines, Technical Paper 248, 66 (1921).

ных бумажек к аммиаку

Универсальный индикатор Мерка, pH через											Анализ %
1 сек.	2 сек.	5 сек.	10 сек.	20 сек.	30 сек.	40 сек.	50 сек.	60 сек.	1 мин. 20 сек.	2 мин.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11
7,0	7,5	8,0	8,0	8,0	8,5	—	—	8,5	—	—	—
5,0	5,0	6,0	6,5	7,0—7,5	8,0	—	—	8,0	—	—	—
4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	—	6,0	6,5	6,5	7,0	7,0	—

Дополнительная литература

- Аверьянов и Гурвич, Вентиляция пром. предприятий, стр. 212, 1932.
 Айзенберг, Русская отолярингология № 5 (1927).
 Гродзовский, Анализ воздуха в пром. предприятиях, стр. 144, 2-е изд., Соцэкгиз (1931).
 Клеер, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 5, 94 (1930).
 Колычева, в книге под ред. Памфилова: Промышленно-санит. химия, стр. 104, Соцэкгиз (1931).
 Кравков, Основы фармакологии, ч. 1, стр. 195, ГИЗ (1927).
 Навроцкий, Гигиена труда № 3, 37 (1928).
 Правдин, Руководство промышленной токсикологии, вып. 1, стр. 181, Биомедгиз (1934).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасн. и пром. сан., 4-е изд., Гострудиздат (1930).

Треххлористый азот

Формула: NCl_3 . Мол. в.: 120,38.

Получение. Действием хлора на водные растворы аммониевых солей сильных кислот.

Свойства. Жидкое масло, желтого цвета со своеобразным пронизывающим запахом. Уд. в. 1,653. При -40° еще не затвердевает. Перегоняется уже ниже 71° , на воздухе очень быстро испаряется. Литр пара весит 5 г. При температуре выше 93° пары легко взрываются. Растворяется в бензоле и в других органических растворителях.

Возможности отравления. При приготовлении пороха из хлорсодержащей селитры.

Общий характер токсического действия. Сильный раздражитель для всех слизистых оболочек, особенно носа и глаз; дыхательные органы он раздражает меньше хлора.

Явления отравления

а) Острое отравление. Потеря голоса, покраснение слизистых оболочек, лихорадка, колющие боли в воздухоносных путях. Длительный период выздоровления.

б) Хроническое отравление. После полугодовой работы с растворами треххлористого азота отмечалось воспаление слизистых оболочек.

Литература

Hentschel, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 32, 1878 (1899).

Азотистоводородная кислота

Формула: $\begin{array}{c} \text{N} \\ \parallel \\ \text{N} \end{array} > \text{NH}$. Мол. в.: 43,03.

Получение. При разложении азида натрия NaN_3 . Это последнее соединение, в свою очередь, получается действием закиси азота на амид натрия.

Свойства. Прозрачная, бесцветная, легко подвижная жидкость с чрезвычайно колющим запахом. Темп. кип. 37° . Литр пара весит 1,79 г. Пары взрывают с очень большой силой как при соприкосновении с пламенем или с нагретыми предметами, так иногда и без видимых причин². С химической точки зрения аналогичен галоидоводородным кислотам.

Возможности отравления. При работах в химических лабораториях.

Общий характер токсического действия. Сильный раздражитель, вероятно также кровяной яд.

Явления отравления

1. У животных. При затравке лягушки под колоколом парами 2,15%-ного водного раствора азотистоводородной кислоты можно было отметить: моментальное беспокойство; через 7—10 мин. увеличивающиеся сперва клонические, затем тонические судороги; через 10—15 мин. остановка дыхания, между тем как сердце продолжало биться в течение $\frac{1}{4}$ часа. Смертельная доза равна приблизительно 20 мг/кг¹.

Для мышей и кошек 20-минутное вдыхание концентрации в 0,25 мг/л, что соответствует приблизительно 120 частям на миллион, не является смертельным.

2. У человека. Уже при самых незначительных концентрациях наблюдается раздражение всех слизистых оболочек, особенно носа. Кроме того отмечается прилив крови к голове, головокружение, головные боли, а при более высоких концентрациях остановка дыхания. В одном случае вдыхание азотистоводородной кислоты в количестве приблизительно 4—8 мг (около 0,05—0,1 мг/кг) вызвало быстро наступивший, но потом скоро исчезнувший коллапс с быстрым падением кровяного давления³.

При смешении нормальной крови с несколькими каплями 1%-ного раствора азотистоводородной кислоты наблюдается образование метгемоглобина.

Случай отравления. Один химик вдохнул некоторое количество паров азотистоводородной кислоты при разрыве ампулы. Развилось следующие явления отравления: припухание слизистых оболочек, особенно болезненное воспаление конъюнктив, мучительный кашель, озноб, повышение температуры до 40° , опухание коленных суставов, преходящее появление на обеих ногах синих пятен

величиною с ладонь; незначительная анемия, увеличение селезенки, альбуминурия. Излечение наступило через 14 дней при симптоматической терапии. Хотя вышеописанные симптомы заставляют предполагать распад крови, но это с достоверностью нельзя было доказать, так как пострадавший попал под врачебное наблюдение только через 5 дней после отравления⁴.

Литература

1. Biehler, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 126, 1 (1927).
2. Curtius, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 23 (1890).
3. Köcher, Klin. Wschr. 1930, 2160.
4. Stern, Klin. Wschr. 1927, 305.

Закись азота (веселящий газ)

Формула: N_2O . Мол. в.: 44,02.

Получение. При нагревании азотнокислого аммония до 170—200° (опасаться взрыва).

Свойства. Бесцветный газ со слабым приятным запахом и сладким приятным вкусом. Литр газа весит 1,81 г. Легко растворим в воде и в маслах. Алкоголь растворяет при 18° 3 объема газа; 1 см³ угля может адсорбировать до 99 см³ закиси азота. Легко сгущается в жидкость, темп. кип. которой —89,5°.

Возможности отравления. При применении закиси азота для наркоза.

Общий характер токсического действия. Не изменяясь в организме, закись азота даже в сильно разбавленном состоянии действует удушающе вследствие прекращения доставки кислорода; с другой стороны, в смеси с 7—20% кислорода закись азота обладает наркотизирующим действием, по мнению Вилланда, вследствие расстройства окислительных процессов в нервной системе⁸. Барт¹ со своей стороны считает, что в смеси с кислородом закись азота действует аналогично растворимым в липоидах наркотикам. Во всяком случае наркоз наступает раньше удушения.

Явления отравления

а) Острое отравление. При вдыхании чистой закиси азота наступают следующие явления. В течение первой минуты после явления звона и шума в ушах наступает потеря сознания и чувствительности и легкий цианоз. Если в этот момент прекратить вдыхание закиси азота, то наркоз продолжается только 30 сек. и наступает пробуждение без каких-либо вредных последствий. При продолжении вдыхания за периодом наркоза сейчас же наступает период асфиксии; смерть наступает от паралича дыхания. Вследствие наличия наркотического действия судорог или нет совсем или они выражены не резко. (Различие от отравлений азотом или водородом.)

При одновременной доставке 20% и более кислорода вдыхание закиси азота уже не влечет за собою опасности удушья и проявляется только его наркотизирующее действие, правда в ослабленной степени; при этом закись азота действует под соответственно уменьшенным давлением — $\frac{4}{6}$ нормального — и потому растворяется в крови в количестве, недостаточном для получения полного наркоза. Развивается только своеобразное состояние опьянения с быстрым потоком мыслей, кажущейся бодростью и смехом (веселящий газ); при этом болевая чувствительность несколько притупляется, но не исчезает совершенно.

Полный наркоз от закиси азота удается получить только в том случае, если смесь этого газа с кислородом подвергать в особых приборах повышенному давлению с тем, чтобы приходящееся на долю закиси азота давление равнялось одной атмосфере. В таком случае получается такой же наркоз, как и при чистой закиси азота. Этот наркоз может поддерживаться часами без нарушения дыхания или кровообращения (Берт)².

Обыкновенно в практике применяют закись азота в смеси с 15—20% кислорода.

При частых повторениях вдыхания закиси азота по одним данным наступает усиление ее действия (Дэви), по другим ослабление (Германн)².

Применение закиси азота для наркоза крепких, полных и полнокровных людей, а также эмфизематиков противопоказано, так как очень часто здесь не удается получить нужной глубины наркоза.

По имеющимся данным никаких осложнений от наркоза не бывает. Единичные указания однако говорят о наблюдавшихся иногда последствиях, а именно через 1—2 часа — головная боль, сонливость, покраснение лица, состояние возбуждения, плач и др.; продолжительность этих явлений до 3 дней. Несколько раз наблюдались смертельные случаи. Вероятно в таких случаях, как и в случаях тяжелых осложнений, причина крылась в несчастном стечении обстоятельств или в неправильной технике наркоза.

В отдельных клиниках закисью азота наркотизируются тысячи людей без всяких последствий.

Следует признать, что наркоз веселящим газом, так же как наркоз этиленом и ацетиленом, принадлежит к безвредным методам усыпления. См. раздел «Применение газов в медицине».

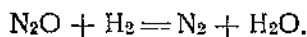
Относительно того, является ли закись азота сосудорасширяющим и понижающим кровяное давление веществом, мнения расходятся. Гирндт^{3, 6} не мог доказать падения кровяного давления у кроликов и собак при нахождении их в атмосфере, содержащей закись азота в концентрации 1,2—16,1%, или 12 000—161 000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 22—290 мг/л. С другой стороны, по Политцеру и Штольцу⁷ закись азота расширяет сосуды и понижает кровяное давление, аналогично амилнитриту и др., хотя такое понижение очень быстро выравнивается. Эти авторы во всех случаях применяли закись азота путем подкожного его введения в водных растворах, приблизительно 0,8 см³ на 1 см³ воды.

Предположение, что наличие закиси азота в воздухе является причиной духоты в помещениях⁵, не подтвердилось⁴.

б) Хронические отравления закисью азота неизвестны.

Терапия. Главную опасность при отравлении закисью азота — асфиксию — устраняют кислородной терапией, если необходимо — с примесью углекислоты. Кроме того рекомендуют кровопускание и вливание солевого раствора, а при угрожающем легочном отеке сухие банки.

Определение⁹. Освобожденный от углекислоты, кислорода, окислов азота и кислот газ смешивается с избытком водорода и смесь медленно пропускается через умеренно нагретую трубку, после чего измеряется уменьшение объема; количество исчезнувшего водорода равняется количеству имевшейся закиси азота:



Литература

1. Bart, Arch. f. Hyg. 91, 1 — Biochem. Ztschr. 139, 114 (1923).
2. Bock в Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. I, S. 122, 1923.
3. Girndt, Pflügers Arch. d. Physiol. 205, 313 (1924).
4. Griesbach, Klin. Wschr. 3, 152 (1924).
5. Kestner, Klin. Wschr. 2, 1873 (1923).
6. Le Blanc u. Girndt, Pflügers Arch. d. Physiol. 205, 322 (1924).
7. Pollitzer u. Stoltz, Münch. med. Wchschr. 1924, 977.
8. Wieland, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 92, 96 (1922).
9. Winkler, Lehrbuch der technischen Gasanalyse. 3 Aufl. S. 190. Ср. востальном Lunge-Berl, Chem.-techn. Untersuchungsmethoden, Bd. 1, S. 298, 1921 (рус. пер., ОНТИ, Л., 1937).

Окись азота

Формула: NO. Мол. в.: 30,01.

Получение. Лучший метод получения — это прибавление по каплям концентрированной серной кислоты к смешанному с водой азотистокислому натрию и промывание выделяющегося газа едким кали; таким способом можно получить 99—100%-ную окись азота.

Свойства. Бесцветный газ, литр его весит 1,25 г. Растворим приблизительно в 13 объемах воды. Реагирует нейтрально; крахмальную бумажку, смоченную иодистым калием, не окрашивает. Растворяется в растворе серьокислого железа, который при этом окрашивается в бурый или буро-красный цвет. При охлаждении сгущается в почти бесцветную жидкость, темп. кип. которой -151° . При -161° эта жидкость застывает в белоснежную массу.

При температуре до 150° окись азота соединяется с молекулярным кислородом в буро-красную двуокись азота.

С гемоглобином крови образует нитрозогемоглобин; это соединение обладает абсорбционным спектром, похожим на спектр оксигемоглобина (см. дальше).

Возможности отравления. До сих пор в промышленности не было зарегистрировано случаев отравления окисью азота, так как выделяющийся газ с кислородом воздуха быстро дает двуокись азота.

Общий характер токсического действия. Окись азота является кровяным ядом, который переводит оксигемоглобин в метгемоглобин. Одновременно окись азота обладает действием на центральную нервную систему (наркоз).

Явления отравления у животных *

Белые мыши. При отравлении окисью азота у белых мышей наблюдается беспокойство, глаза у них широко раскрываются и заметно темнеют. Лапки и ушки белеют, мордочка синеет. Животное в течение нескольких минут при ходьбе волочит за собою заднюю половину тела, затем внезапно наступают судороги, боковое положение и смерть при клонических судорогах. Если перед наступлением смерти животное переносится на свежий воздух, то наступает изумительно быстрое выздоровление, причем возвращается красная окраска сетчатки и нормальная окраска всей кожи.

При вдыхании окиси азота в концентрации 0,5%, или 5000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 6 мг/л, через 4—6½ мин. наступает боковое положение, а через 6—8 мин. смерть;

* При изучении этих отравлений необходимо применять особую методику, препятствующую окислению окиси азота в двуокись азота.

при концентрации 0,25%, или 2500 частей на миллион, что соответствует приблизительно 3 мг/л, боковое положение наступает через 6—7 мин., а смерть через 12 мин. При удалении животного из зараженной атмосферы через 4—6 мин. после начала затравки выздоровление наступает в промежуток времени от нескольких часов до одного дня¹.

Благодаря цианозу, развивающемуся вследствие образования метгемоглобина, и рано наступающим явлениям паралича центрального происхождения и судорогам, вероятно вследствие кислородного голодания, отравление окисью азота характерным образом отличается от отравления двуокисью азота; при последнем выздоровление животных идет гораздо медленнее.

Образование нитрозогемоглобина у живых животных (ухо кролика) наблюдать не удается, так как это соединение сейчас же окисляется кислородом крови в метгемоглобин. Зато после смерти от отравления окисью и двуокисью азота нитрозогемоглобин образуется из имеющихся в крови нитритов; у трупов животных, отравленных окисью азота, характерную красную окраску крови можно наблюдать в течение 9 дней после смерти². При кипячении этот нитрозогемоглобин дает красный сгусток, в то время как оксигемоглобин и карбоксигемоглобин дают сгусток серого цвета. Видимый спектр нитрозогемоглобина очень похож на спектр оксигемоглобина; в ультрафиолетовых частях спектр нитрозогемоглобина совпадает со спектром карбоксигемоглобина. Равным образом оба спектра изменяются одинаково при действии восстановителей. Это может повести к ошибкам при экспертизе несчастных случаев³.

Литература

1. Banham, Haldane, Savage, Brit. med. Journ. 3370, 187 (1925).
2. Belky, Virchows Arch. f. Anat. u. Phys. 160 (1886).
3. Neubner u. Meier, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 3, 95 (1926).
4. Wirth, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 157, 264 (1930) (рус. перевод, Действие газовых смесей, изд. „На Варті“, 1931; там же дальнейшая литература).

Нитрозные газы и пары

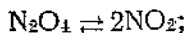
Формула: смесь различных окислов азота, главным образом NO_2 или N_2O_4 . Мол. в.: 46,01 или 92,02.

Образование. При окислении окиси азота NO или азотистого ангидрида N_2O_3 на воздухе, а также при действии азотной кислоты на металлы, уголь, опилки и т. д.

Получение. В небольших размерах при нагревании азотнокислого свинца, в больших размерах с помощью каталитического окисления азота воздуха в вольтовой дуге.

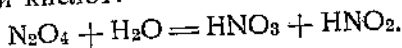
Свойства. N_2O_4 — бесцветная жидкость со своеобразным сладковатым и острым запахом. Образует при $-9,3^\circ$ бесцветные кристаллы. При 10° эта жидкость желтеет, при 15° становится желто-красной, около 20° окраска становится интенсивнее и жидкость начинает выделять красно-бурые пары; при 22° в такие пары переходит вся жидкость, причем окраска паров становится все темнее: при 40° они темношоколадного цвета, при 140° — черные.

Такое изменение цвета зависит от того, что N_2O_4 при повышении температуры все более и более распадается:

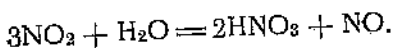


при 40° разлагается приблизительно 30%, при 60° около 50%, при 35° практически все 100%. При температуре выше 150° начинается разложение двуокиси азота на NO и O₂, которое доходит до конца при 620°. Литр пара двуокиси азота весит 2,62 г.

Двуокись азота в виде N₂O₄ реагирует с водой с образованием азотной и азотистой кислот:



В виде NO₂ двуокись дает с водой азотную кислоту и окись азота:



Образующаяся окись азота NO в присутствии воды окисляется кислородом воздуха в азотную кислоту^{2, 14}. При известных условиях однако неокислившаяся окись азота может также, быть причиной отравления.

Возможности отравления. Отравления возможны при работах с дымящей азотной кислотой, при всех процессах производства азотной кислоты или там, где имеют дело с азотной кислотой, нитратами или нитритами (при этом нитрозные газы являются промежуточными продуктами или отбросами), как например при получении азотной кислоты из воздуха, при производстве серной кислоты (чистка башен Гловера или Гей-Люссака), при всех процессах нитрования на химических заводах и на заводах взрывчатых веществ, особенно при энергичном ходе реакций (например производство пикриновой кислоты, тринитротолуола, нитроцеллюлозы, нитрокрахмала, пироксилина, коллоксилина и гремучей ртути), вообще везде, где азотная кислота действует на органические соединения.

Сюда относятся все случаи проливания кислоты или поломки ее тары: кислота энергично реагирует с деревом (пола), мусором, соломой и подобными материалами с образованием красных паров. Этому способствует пагубная привычка засыпать пролившуюся кислоту опилками.

Далее отравления возможны при действии азотной кислоты на металлы, особенно на медь (например гравирование на меди, очистительные установки), цинк (цинкография)¹⁰, при чистке алюминиевой аппаратуры в пивоваренной промышленности так называемым «пивным камнем» (действием азотной кислоты на медь, цинк и др. металлы аппаратуры)¹, в гальванотехнике, при протравке металлов и разъедании, особенно при протравке меди (Gelbbrennen).

Эта протравка, в частности латуни, с помощью кратковременного опускания металла в смесь дымящей азотной и серной кислот с примесью поваренной соли и скипидарной сажи, имеет целью очищение металла; при этом появляются густые пары красно-бурого цвета, вероятно состоящие из нитрозных газов, двуокиси хлора и др. Этот способ очистки применяется, особенно на небольших предприятиях, без всяких мер предосторожности.

Отравления также возможны на производстве искусственных удобрений, при смешивании сильно кислого суперфосфата с чилийской селитрой и т. д.

Значительные количества нитрозных газов вместе с окисью углерода, синильной кислотой и другими газами образуются при спокойном сгорании и неполном взрыве нитроцеллюлозы, целлулоида, пироксилина, динамита и аналогичных соединений; при полном взрыве этих веществ образуются только сравнительно небольшие количества двуокиси азота. См. раздел «Комбинированные отравления» и «Взрывные газы».

Общий характер токсического действия. Преимущественно раздражающий газ, особенно для легких, а в незначительной степени и для верхних дыхательных путей. Здесь его действие в первую очередь сводится к местному разъеданию тканей. Кроме того в более или менее значительном количестве этот газ обладает так называемым «нитритным действием» (расширение сосудов, падение кровяного давления, образование метгемоглобина), незначительным наркотизирующим действием на нервную систему и наконец общетоксическим действием (повреждения сердечной мышцы)¹².

Теории действия яда. В организме двуокись азота, независимо от того, в каком виде она вдыхалась, переходит в модификацию, соответствующую температуре тела. Как было указано выше, при 40° приблизительно 30% двуокиси имеется в виде NO_2 , а при 70% в виде N_2O_4 , поэтому на организм эти газы действуют именно в таком составе⁸.

Все же отравления чистой двуокисью азота в практике вряд ли встречаются; всегда в нитрозных газах, кроме двуокиси азота в виде NO_2 и N_2O_4 , азотистой и азотной кислот в виде паров или тумана, содержится и окись азота NO . За счет действия последнего газа с большой долей вероятности следует отнести изменения со стороны сосудов крови, раннее развитие цианоза, нервные и мозговые явления, что до сего времени объяснялось действием азотистокислого натрия, который образуется в тканях при вдыхании нитрозных газов.

Меняющееся содержание окиси азота в нитрозных газах является причиной ясно видимых различий в типах отравления, которые развиваются при их вдыхании. Как правило, отравления этого рода протекают как отравления раздражающими газами по типу фосгенного отравления. Но попадаются и другие виды отравления, где на первом плане стоят изменения крови, образование метгемоглобина и явления общего отравления, кроме того встречаются и различные переходные формы. Все же можно различить четыре * типа отравления.

1. **Раздражающий тип.** Вначале наступают более или менее сильные местные явления раздражения, затем проходит многочасовой скрытый период без особых нарушений самочувствия и наконец наступает период все увеличивающейся одышки и цианоза. Смерть наступает от отека легких через 1—2 дня. Реже можно наблюдать немедленное развитие отека, причем латентный период («интервал») резко укорочен или отсутствует совсем. Смерть наступает через несколько минут или часов.

2. **Обратимый (reversibler) тип.** Сейчас же или через несколько минут после вдыхания газа наступают одышка, цианоз, рвота, головокружение, оцепенение, опьянение, обморочное состояние, потеря сознания и образование значительного количества метгемоглобина; отека легких нет. При продолжении вдыхания газа быстрое наступление смерти, при своевременном удалении из отравленной атмосферы быстрое и повидимому полное выздоровление.

3. **Асфиктический тип (тип шока).** Почти сейчас же развитие резких симптомов асфиксии, судороги, остановка дыхания. Смерть наступает повидимому вследствие нарушения легочного кровообращения (стаз в сосудах легких). Такая форма отравления отмечается сравнительно редко и только при неожиданных вдыханиях очень высоких концентраций газа.

4. **Комбинированный тип.** Моментально наступают мозговые явления, головокружение, оцепенение, опьянение, у человека

* Деление на четыре типа неудачно, так как второй тип («обратимый») не является самостоятельным наряду с остальными тремя типами. *Ред.*

2. У человека. Кратковременные вдыхания не-

больших количеств нитрозных газов вызывают только продолжающееся несколько часов легкое кашлевое раздражение со скудным выделением мокроты, после чего наступает полное выздоровление. Действие больших количеств вызывает сейчас же сильное, непреодолимое кашлевое раздражение, а временами также головную боль и рвоту. После этого часто следует видимое выздоровление, кашель прекращается, но человек бледен, апатичен. Общее самочувствие иногда немного расстроено, но субъективные жалобы очень незначительны, а иногда отсутствуют совсем.

В таких случаях, а также при более длительном

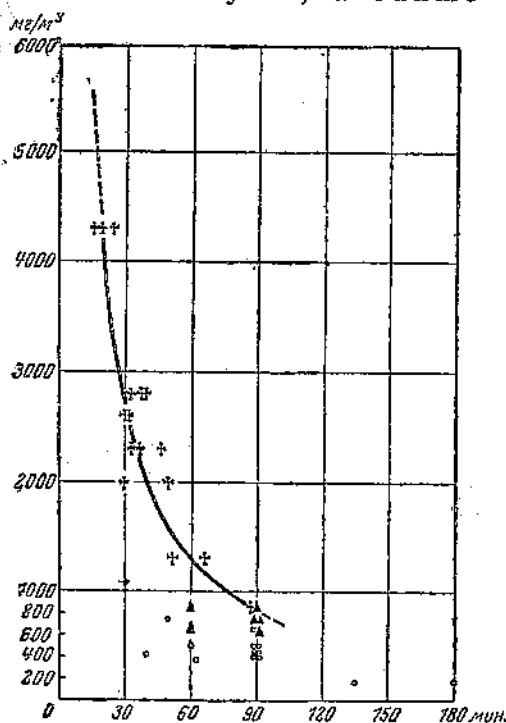


Рис. 18. Действие нитрозных газов на кошек. Зависимость среднего времени острой смерти от концентрации (по Вирту)

+ — острая смерть (во время заправки); ▲ — подострая смерть (после заправки); ○ — животное выжило.

3 суток. Только в отдельных случаях через 21—26 дней.

Иногда можно было отметить кроме того в первую ночь поты, а в дальнейшем лихорадку и уменьшенное мочеотделение.

Из внешних проявлений при отравлении высокими концентрациями бросается в глаза, наступающее иногда, желтое окрашивание волос спереди на голове и такое же окрашивание ноздрей и кистей.

В отдельных случаях можно было наблюдать развитие тяжелых расстройств зрения, которые однако затем проходили⁴.

Только в редких случаях человек вдыхал такие большие количества нитрозных газов, что сейчас же наступала потеря сознания и смерть. С другой стороны, известен целый ряд смертельных отравлений после немногих вдохов (в отравленной атмосфере).

воздействии меньших концентраций нитрозных газов после более или менее нормального состояния (латентного периода) длительностью 2—12 час., редко больше (стало быть чаще всего ночью), наступает ясно выраженное чувство слабости, часто озноб, тошнота с мучительной болью в области диафрагмы, а при некоторых условиях и рвота; затем появляется все увеличивающийся кашель с сильно пенистой мокротой, которая сперва имеет лимонно-желтый, а затем бурно-красный цвет, одышка, значительное расстройство сердечной деятельности, сильный цианоз (цвет лица синеватый, а иногда синевато-черный; губы часто совсем черные), легкая дрожь, судороги, отек легких. Сознание в большинстве случаев сохраняется.

В моче появляются кровь и белок. Смерть при тяжелых явлениях отравления наступает больше чем в половине случаев в первые 24 часа, и только очень редко позже смертельный исход отмечался

Повидимому индивидуальная восприимчивость по отношению к нитрозным газам чрезвычайно различна.

На вскрытии отмечается, как правило, выраженный отек легких с большими или меньшими кровоизлияниями, в отдельных случаях при более долгом отравлении наблюдались также капиллярные кровоизлияния в мозг (так называемые «Purpura cerebri»). Отек голосовых связок встречается редко. Иногда можно обнаружить так называемое ценкеровское перерождение сердечной мышцы.

Следует учитывать коварный характер острого отравления нитрозными газами. Например рабочий может в течение известного времени без существенных жалоб вдыхать пары, хотя бы после неполного взрыва динамита в туннеле, выливания азотной кислоты на деревянный пол или при других аналогичных незначительных происшествиях. После этого он может пойти домой, вечером принять пищу и чувствовать себя совсем хорошо, но ночью начинается легочный отек и к полудню, а иногда даже к утру он умирает, «потонув» в отечной жидкости, которая заполнила его легкие⁸.

Неоднократно наблюдались массовые отравления нитрозными газами^{4; 17}.

Много раз описаны осложнения после отравления, как и при фосгеновом отравлении. В течение месяцев отмечался кашель, затруднение дыхания, сопровождаемое синеватым окрашиванием лица, слабость сердца, жалобы со стороны легких, облитерирующий бронхит, заболевание почек, резкая двигательная слабость, особенно в ногах, исхудание, сильное потение. Существующий туберкулез после излечения первичных заболеваний, вызванных отравлением, может дать обострение¹⁸.

б) Привыкание. Возможно до некоторой степени (кажущееся привыкание. *Ред.*). Люди, которые часто подвергаются воздействию незначительных концентраций нитрозных паров, быстро приобретают известную невосприимчивость к этому газу, выражающуюся в том, что у них не наступает больше тяжелых явлений раздражения (ясно внешне выраженных. *Ред.*). Вряд ли однако при таком привыкании уменьшается и восприимчивость легких к действию нитрозных газов⁹.

в) Хроническое отравление. 1. У животных. У кроликов, морских свинок и голубей вдыхание нитрозных газов в течение месяца ежедневно по 6 час. в концентрации 0,1⁰/₁₀₀, или 100 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,19 мг/л NO₂, вызывает значительную потерю в весе. Для данных видов животных совершенно безвредной при продолжительных экспозициях является концентрация 0,05⁰/₁₀₀, или 50 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,094 мг/л NO₂; концентрации более высокие вызывают уже расстройства в питании и кроветворении¹⁵.

2. У человека. Вдыхание небольших количеств нитрозных газов с длительными промежутками ведет к хроническим катаррам дыхательных путей. Далее развиваются изменения в крови, которые могут повести к смерти^{5; 6}. С другой стороны, Леман¹¹ и некоторые авторы отрицают возможность хронического отравления.

У рабочих, которые в продолжение долгого времени работали по травлению металлов, особенно цинка, и которые при этом вдыхали только незначительные количества нитрозных газов, так что защитная рефлекторная деятельность со стороны организма отсутствовала, можно было наблюдать явления раздражения слизистых оболочек всего пищеварительного тракта, начиная от рта до кишечника, а также слизистых оболочек дыхательных путей. Со временем иногда разви-

Действие нитрозных газов на человека

Действие	мг/л		Части окиси азота на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
	вычислено как NO ₂ (приблизит.)	вычислено как HNO ₃ (приблизит.)	
а) По Гендерсону-Хатгарду ⁸			
Раздражение зева уже при ⁹	0,12	0,16	62
Кашлевое раздражение уже при ⁹	0,2	0,25	101
Максимально переносимая концентрация при длительном воздействии	0,07	0,1	39
Опасно даже при коротком воздействии ⁹	0,22—0,3	0,3—0,4	117—154
Вызывает быструю смерть даже при коротком воздействии	0,45—0,5	0,6—0,7	240—275
б) По Леману-Гессу			
Вызывает смерть при экспозиции 1/3—1 час. сейчас же или впоследствии	0,6—1,0	0,8—1,4	320—530
Переносимая концентрация при экспозиции 1/3—1 час.	0,2—0,4	0,27—0,54	105—210
Переносимая концентрация в течение 6 час. без существенных явлений (Гесс)	0,2	0,27	105

вались тяжелые изменения и кровоизлияния в легких, затем, вследствие резорбтивного действия нитритов, бледная кахектическая окраска кожи, расстройства в обмене веществ, сердечная и мускульная слабость и жалобы на нервные расстройства.

Кроме того развивается болезненный кислотный некроз резцов: коронки их крошатся и в конце концов от них остаются только корни, которые покрываются деснами. Особенно вредными в этом отношении оказываются применяемые травильщиками цинка более сильные концентрации кислот (выше 15%). Температура кислот имеет небольшое значение¹⁰.

Терапия. Как при других раздражающих газах (см. раздел «Лечение газотравленных»). Даже если не наступили тяжелые симптомы, необходимо применять полный покой. В случае необходимости — теплые укутывания и вдыхание кислорода, приблизительно каждые 10—15 мин. Рекомендуется кровопускание с последующим интравенозным введением 90—100 см³ 10—20%-ного раствора глюкозы.

Неоднократно рекомендуемая и даже узаконенная раньше дача каждые полчаса 5—7 капель хлороформа, растворенных в воде, теперь почти повсюду отвергнута, как помогающая разве только внушением. Все же Цангер указывает, что ему сообщено в самое последнее время о благоприятных результатах такого лечения даже там, где обычные сердечные средства не помогли²².

Профилактика. Необходима хорошая вентиляция, особенно при програвке меди. При травлении цинка желательно применять кислоту слабее 15%-ной¹⁰. Травильщики металлов не должны продолжать свою работу без перерыва больше 3 мес., затем они должны переводиться по крайней мере на 3 мес. на другие работы¹². Пользование специальными противогазами*.

В последнее время рекомендуется вдыхание аммиака для нейтра-

* Всесоюзное совещание по промвентиляции предложило предельную допустимую концентрацию в воздухе рабочих помещений не свыше 0,005 мг/л. Ред.

лизации попавшей в дыхательные пути кислоты. С этой целью рабочие завязывают рот платком, смоченным разведенным раствором нашатырного спирта¹⁶, или часто нюхают углекислый аммоний или спиртовую микстуру, содержащую аммиак³. Во всяком случае это только временная мера, а не идеальная защита, и притом не бесспорная.

Из относящихся к данному вопросу официальных распоряжений в СССР см. «Правила о мерах безопасности работы в производствах серной, азотной и соляной кислот», приведенные в разделе «Хлористый водород» (стр. 168); «Инструкцию о мероприятиях по уборке помещений при авариях» на производстве анилина и паранитроанилина (стр. 560), а также раздел IV и VIII «Правил безопасности для заводов пороховых, взрывчатых веществ, снаряжательных и капсюльных и для складов при них» (обязат. постанов. НКТ СССР от 11/XII 1929, № 375; 1/VII 1930, № 227). (Якимчик, стр. 306—343.)

Индикация. С помощью крахмальной бумажки, смоченной иодистым калием, и с помощью лакмусовой бумажки. Чувствительность такой индикации по сравнению с ощущением запаха газа была испытана Смольчиком и Коблером¹⁸. Они применяли для получения струи газа жидкую двуокись азота как исходный продукт. В струе газа содержались NO , NO_2 и N_2O_4 . Результаты показаны в следующей таблице.

Чувствительность различных способов индикаций

Объемн. %	Части на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$)	$\text{мг}/\text{л}$ вычислено как NO_2	Результат		
			субъективный метод	бумажка с KI	лакмусовая бумажка
0,11	1100	2,1	ясный запах	моментальная реакция	моментальная реакция
0,011	110	0,21	слабый запах	через 1 сек. край желтеет через 5 сек. светлосиняя окраска через 10 сек. темнеет через 15 сек. совершенно синяя	реакция через 3 сек.
0,0011	11	0,02	запаха нет	—	—

При концентрации $0,2 \text{ мг}/\text{л}$ запах еще очень слаб и иодкрахмальная бумажка окрашивается в течение 5 сек. в светлосиний цвет, а нормальная синяя окраска наступает только через 15 сек. Лакмусовая бумажка изменяется через 3 сек. Таким образом она оказывается одинаковой с иодкрахмальной бумажкой. Однако концентрация $0,2 \text{ мг}/\text{л}$ уже втрое больше переносимой. Поэтому перемена цвета индикаторных бумажек означает, что опасность отравления уже значительна; эта перемена в первую очередь обусловлена кислотами вообще.

Определение. С помощью окисления всех нитрозных газов перекисью водорода в азотную кислоту. Для этого испытуемая воздушная смесь встряхивается в 2-литровой газовой пипетке в течение 2 час. с 25 см^3 1,5%-ного раствора перекиси водорода или оставляется стоять на ночь. После этого пипетка спускается и после прибавки иодистого калия и молибденовокислого аммония как катализатора титруется гипосульфитом натрия. При этом перекись водорода одновременно действует окисляюще (как KJO_3). 1 см^3 0,01 N раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ соответствует $0,46 \text{ мг}$ NO_2 . Из полученного числа необходимо вычесть кислотное число, определенное для перекиси водорода.

Проще определение при пропускании через раствор иодистого калия. При титровании освободившегося иода получается почти точно половина всей имеющейся по расчету налицо азотной кислоты. Поэтому полученные числовые результаты титрования необходимо удвоить¹¹.

Относительно методов анализа см. также работу В. Вирта²⁰.

Литература

1. Behr, Gasmasken 1, 96 (1929).
2. Bodenstein, Ztschr. f. Elektrochem. 24, 183 (1918).
3. Boos, Boston. med. Journ. 193, 1096 (1925).
4. Cords y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der Hygiene, Bd. 2, S. 544, 1926.
5. Czaplewski, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III F. 43 (Köln. Vergiftung 1910).
6. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen S. 255, 1865.
7. Flury, Verh. dtsch. pharmak. Ges. 1930. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 157, 104 (1930).
8. Henderson-Haggard, Noxious Gases. S. 134, 1927 (рус. перевод, стр. 118, Гострудинздат, 1930).
9. Heubner u. Meier, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 3, 95 (1926). Реф.: Гигиена труда, № 3 (1927).
10. Kranenburg, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 2, 241 (1925).
11. Lehmann u. Hasegawa, Arch. f. Hyg. 77, 323 (1913). (Там же указания важнейшей старой литературы).
12. Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 152, 1928.
13. Leymann, Arbeiterschutzzvorschriften im Deutschen Reich. 1927.
14. Lunge u. Berl, Ztschr. f. angew. Ch. 19, 857 (1906).
15. Ronzani, Arch. f. Hyg. 67, 357 (1908).
16. Schubert, Ztschr. Med. Beamte 24, № 15 (1911).
17. Schultz-Brauns, Virchows Arch. f. Anat. u. Phys. 277, 174 (1930). (Там же исчерпывающая литература, казуистика и патологическая анатомия).
18. Smolczyk u. Cobler, Gasmasken, 2, 27 (1930).
19. Staab u. Zangger, Zentralblatt Gewerbehyg. 3, № 10 (1915).
20. Wirth, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 157, 264 (1930). (Рус. перевод, Действие газовых смесей, изд. „На Вappi“, 1931. Там же дальнейшая литература).
21. Zadek, Berl. klin. Wchschr. 1916, № 10.
22. Zangger y Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie. S. 243, 1928.

Дополнительная литература

- Abel und Proisl, Ztschr. f. Elektrochem. 35, 712 (1929).
- Courtois-Suffit et Ledet, Lutte contre les intoxications dans la fabrication des poudres et explosifs. Baillière, Paris (1932).
- Lunz E., Elements de pharmacodynamie spéciale, t. I, p. 492—495. Paris (1932).
- Davidson, Bessie M., The action of nitrous oxyde, J. of pharm. 25, № 2 (1925).
- Floret, Nacherkrankungen nach akuter Vergiftung mit nitrosen Gasen, Zbl. f. Gwh., H. 12, 1928. Реф.: Гигиена труда № 6 (1929).
- Poisoning with nitric acid fumes, Lancet, 2, 1218 (1929). Реф.: Гигиена труда № 12, 1931.
- O. Schultz-Brauns, Sammlung von Vergiftungsfällen. I Lief., 5, 1930. Ref.: Zbl. f. Gwh., H. 1, 1931.
- Bellon, Annal. du hygiène publique 9, 535 (1931).
- Gutmann, Führers, Samml. von Vergiftungsfällen, 3, 11 (1932).
- Lipart, Erfahrungen über Vergiftungen durch Nitrose Gase. Diss., Zürich (1931).
- Аверьянов и Гурвич, Вентиляция промышленных предприятий, стр. 324—328, 527, Ленинград (1932).
- Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 139, 2-е изд. Соцэкгиз (1931).
- Дьяков, Уральск. медиц. журнал № 5 (1930).
- Исаев, Военно-медицинск. журнал 4, вып. 4, 252 (1933).
- Коренман, Определение окислов азота в воздухе, Гигиена труда № 3 (1934).
- Марциковский, Казанск. медиц. журнал № 10—12, 856 (1932).
- Навроцкий, Гигиена труда № 2, 25 (1927).

Нимцовицкая, Казанск. медик. журнал № 10 (1929).
 Памфилов (ред.), Промышленно-санитарная химия, стр. 139, Соцэкгиз (1931).
 Розенбаум в книге: Гельман, Правдин, Розенбаум, Профес-
 сиональная токсикология, стр. 112, Соцэкгиз (1931).
 Силич, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 11, 108 (1929).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной
 санитарии, 4-е изд., Гострудинат (1930).

Хлористый нитрозил

Формула: NOCl ; $\text{O}=\text{N}-\text{Cl}$ (хлорангидрид азотистой кислоты).
Мол. в.: 65,47.

Получение. Кроме других способов получается при действии хлористого водорода на двуокись азота при -22° . Составная часть царской водки (3 части 25%-ной соляной кислоты и 1 часть 25%-ной азотной кислоты).

Свойства. Газ. Литр его весит 2,72 г. На холоду превращается в желтовато-красную жидкость с темп. кип. -5° (по другим данным -8°), замерзает при -65° в кровавокрасные кристаллы, а по другим данным при -60 до -61° в лимонножелтую массу.

Возможности отравления. При химических работах, при растворении золота в царской водке, при белении муки.

Общий характер токсического действия. Раздражитель без заметного общего действия.

Явления отравления у животных. У мышей и белых крыс 25-минутное вдыхание концентрации в 7,5 г на 1,5 м³ (или 5 мг/л, что соответствует приблизительно 1850 частям на миллион) вызывает только очень незначительные общие явления (Зеегуизен). Вдыхание в течение 20 мин. концентрации в 0,25 мг/л, что соответствует приблизительно 100 частям на миллион, мышами переносится без заметных последствий. Также для кошек эта концентрация не является безусловно смертельной. На вскрытии у погибших кошек наблюдаются мелкие кровоизлияния в сердце и в легких. (Собственные неопубликованные исследования.)

См. также раздел «Комбинированные отравления».

Литература

Zeehuisen, Arch. néerl. Physiol. 7, 146 (1922); по Ber. Physiol. 18, 157.

Азотная кислота

Формула: HNO_3 . Мол. в.: 63,02.

Получение. Окислением аммиака.

Свойства. В чистом виде бесцветная жидкость с едким жгучим запахом; уд. в. 100%-ной кислоты при 15° 1,52; темп. кип. 86° . Литр пара кислоты весит 2,62 г. Разлагается на свету уже при обыкновенной температуре с отщеплением кислорода; освобождающиеся при этом нитрозные газы растворяются в кислоте и окрашивают ее в желтоватый цвет. Концентрированная азотная кислота дымит во влажном воздухе вследствие образования тумана. Ниже приведены данные о содержании HNO_3 в препаратах различного удельного веса.

Уд. в.	Вес. части HNO_3	Количество г/л HNO_3
1,15	25	286
1,4	65,27	914
1,48	86,01	1273

Продажная дымящая азотная кислота (*acidum nitricum fumans*) содержит много растворенных желтовато-красных окислов азота.

Возможности отравления и общий характер действия паров. Как при нитрозных газах. Азотная кислота ядовитее всех остальных минеральных кислот.

Явления отравления

1. У животных. Кошки^{1; 2}

мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
0,05—1	20—40	несколько раз по часу	переносится без серьезных последствий
0,2	80	2 ¹ / ₄ часа	" " "
0,3	120	2—3 часа	" " " серьезное отравление "
0,5—0,7	200—280	—	опасно для жизни при самой короткой экспозиции

2. У человека. Концентрация 0,03 мг/л, что соответствует 12 частям на миллион, при экспозиции 1 час вызывает только раздражение без дальнейших последствий^{1; 2}.

Со стороны глаз пары азотной кислоты могут вызвать воспаление конъюнктив и поверхностное воспаление роговицы³.

Определение. Пропускание через щелочь и титрование.

Литература

1. Diem, Diss. Würzburg 1907.
2. Lehmann u. Diem, Arch. f. Hyg. 77, 311 (1913).
3. Thies, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 305 (1928).

Дополнительная литература

- Carozzi, Acide nitrique, Hygiène du travail № 36, Genève.
 Neugebauer u. Oppenheim, Rille, Ullmann, Schädigungen der Haut durch Beruf..., Bd. 2, S. 69, Leipzig (1926).
 White, Профессиональные поражения кожи, стр. 72—73, Москва (1925).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 142, 2-е изд., Соцэкгиз (1931).
 Навроцкий, Гигиена труда, № 2, 25 (1927).
 Памфилов (ред.), Промышленно-санитарная химия, стр. 101, Соцэкгиз (1931).

Группа фосфора

Элементарный желтый фосфор является сильным ядом, действующим на обмен веществ.

Такое же действие на обмен веществ оказывает и фосфористый водород PH₃, но кроме того последний является ядом для нервной системы и для крови. Более сильные концентрации его обладают местным раздражающим действием на воздухоносные пути.

Хлориды фосфора PCl₃ и PCl₅ являются раздражающими веществами для верхних дыхательных путей. У хлорокси фосфора POCl₃, хлорангидрида фосфорной кислоты PO(OH)₃, раздражающее действие выражено сильнее и распространяется на все отрезки дыхательных путей. Качественно действие это напоминает действие фосгена, являясь однако¹ значительно более слабым вследствие неболь-

шой липоидной растворимости этого соединения. Сернистый фосфор, вдыхаемый в виде пыли, вызывает только сравнительно незначительное раздражение.

Фосфор

Формула: P_4 . Мол. в.: 124,08.

Получение. Сплавлением фосфорнокислого кальция с углем и песком в электрической печи.

Свойства. Из различных аллотропных модификаций фосфора ядовитым действием обладает практически только желтый фосфор. Это — прозрачная, просвечивающаяся и при обыкновенной температуре режущаяся, кристаллическая масса, темп. пл. которой $44,1^\circ$. Медленно испаряется уже при комнатной температуре и образует в воздухе белый туман. Кроме небольших количеств фосфора этот туман содержит довольно много фосфорного и фосфористого ангидрида. Ядовитым является здесь повидимому один лишь фосфор. Литр пара фосфора весит 5,16 г.

Возможности отравления фосфором имеются прежде всего в спичечной промышленности.

В настоящее время во всех государствах запрещено применение желтого фосфора для производства спичек, и тем самым отпал прежний главный источник отравления фосфором. Все же и в настоящее время применяемый на спичечных фабриках красный фосфор, так же как и употребляемый для той же цели трехсернистый фосфор (P_4S_3), временами содержит еще 1% и больше желтого фосфора².

Далее возможности отравления фосфором имеются при получении желтого фосфора, при его применении для химических целей, для производства фейерверков, яда для крыс⁵.

Особенно велика опасность отравления в тех случаях, когда люди, подвергающиеся действию паров фосфора, имеют кариозные зубы.

Общий характер токсического действия. В очень редко встречающихся случаях острого отравления фосфором от вдыхания его паров: яд для обмена веществ, ведущий к жировому перерождению важных для жизни органов. При хроническом отравлении фосфор, всасываясь, вызывает уменьшение сопротивляемости тканей, особенно костной.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Френер¹ описывает один случай острого отравления лошади фосфором при вдыхании паров последнего. На вскрытии отмечен острый отек легкого, а также очаговое жировое перерождение сердечной мышцы.

2. У человека. Согласно указаниям Цангера^{4,6} также возможны острые отравления парами фосфора, однако несомненные случаи такого отравления до сих пор еще не опубликованы. Следует ожидать при таких отравлениях наличия латентного периода.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. До сего времени у домашних животных хроническое отравление не наблюдалось. С другой стороны, многочисленные экспериментальные исследования на животных говорят в пользу возможности такого отравления.

2. У человека. В начале отравления наблюдаются потеря аппетита, утомляемость и различные расстройства кишечника, а также анемия. Выдыхаемый воздух имеет запах, похожий на запах фосфора

или чеснока. Имеется легкая одышка. Иногда отмечаются кровоизлияния в слизистые оболочки и белок в моче.

Соединительные оболочки глаз окрашиваются в желтый цвет. Тяжелые отравления могут вызвать изменения во внутреннем глазу и в известных условиях кровоизлияния в сетчатку⁴.

Последующие явления наступают позже, иногда спустя значительное время после воздействия фосфора, в виде изменений в костях.

Для хронического фосфорного отравления особенно характерно развитие некрозов челюсти, так называемые «фосфорные челюсти» (см. рис. 19). Этот некроз вместе с сопутствующими изменениями является следствием бактериальной инфекции челюсти со стороны рта. Внедрение бактерий обычно происходит через кариозные зубы или через повреждение десен. Обычно сначала некроз сопровождается зубной болью вследствие воспаления надкостницы корней. Рана, получающаяся после экстракции зуба, не заживает; развивается нагноение, образование абсцессов, появляются дурной запах изо рта, гнойные фистулы и постепенно начинает разрушаться кость. Вследствие всасывания некротических продуктов распада может развиваться кахексия. Тот факт, что некротизируется именно челюсть, зависит не от избирательного действия фосфора именно на эти кости, а от того, что челюсть легче чем какая-либо другая кость подвержена действию микроорганизмов. Кроме челюсти некроз может развиваться и на небных костях, а также на костях глазницы. Дальнейшим следствием хронического фосфорного отравления является ненормальная ломкость длинных трубчатых костей, ведущая к так называемым спонтанным переломам. Причина такого действия фосфора на кость объясняется отдельными авторами различно. В основном повидимому дело идет о нарушении питания костей, в результате чего они делаются более хрупкими, чем в норме. Еще более важным является то обстоятельство, что фосфор значительно снижает сопротивляемость костной ткани как по отношению к туберкулезным бациллам, так и к другим микроорганизмам, вызывающим некроз. Соответственно с этим некрозы и кахексия должны быть рассматриваемы как следствие инфекции. Если при хроническом фосфорном отравлении наступает смертельный исход, то причина его кроется в переходе инфекции на мозг. У тяжело отравленных смертность равна 15—20%. Нарушения питания костей могут держаться долгое время. Обычно однако развитие некроза останавливается, если пациент не подвергается больше действию паров фосфора, и наступает выздоровление, иногда с сильным обезображиванием лица.

Терапия. Наибольшее значение имеет защита. Пациент прежде всего должен быть защищен от дальнейшего воздействия паров фосфора. Костные поражения лечатся по мере необходимости хирургическим путем. В остальном терапия сводится к общим лечебным мероприятиям и прежде всего к поднятию общего состояния больного.

Профилактика. Удаление с производства всех рабочих, страдающих зубными болезнями. Контроль полости рта. Своевременное удаление с производства всех, заболевших анемией или имеющих другие начальные симптомы отравления³.

В СССР женщины не допускаются к работам, непосредственно связанным с производством фосфора (утвержденный НКТ СССР 10/IV 1932 г. за № 119 список особо тяжелых и вредных работ и профессий, к которым не допускаются женщины. Изв. НКТ, 1932 г., № 22—23).

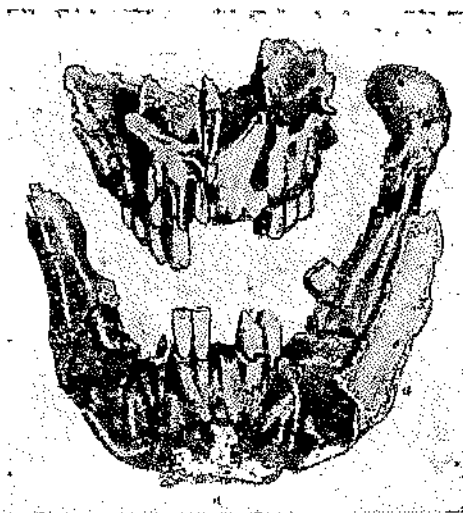


Рис. 19. Верхняя и нижняя челюсти
работницы, работавшей с фосфором.
Челюсти были одна за другой опера-
тивно удалены. Сохранившаяся у а над-
костница послужила позже костным
основанием для зубного протеза (из
книги Lehmann, Kurzes Lehrbuch der
Arbeits- und Gewerbehygiene, Leipzig
1919).

Литература

1. Fröhner, Toxikologie für Tierärzte, S. 57, 62, 1910.
 2. Glaser, Wien. Med. Wschr. 1925, 980.
 3. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 303, 270, 1927.
 4. Thies, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 305 (1928).
 5. Ward, Journ. Ind. Hyg. 10, 330 (1928).
 6. Zangger u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 338, 1926.
- См. также Bachfeld u. Michaelis, Erkrankungen durch Phosphor (Aerztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 24, Berlin 1930).

Дополнительная литература

- Правдин, Руководство промышленной токсикологии. Вып. I, Биомедгиз (1934).
- Алиса Гамильтон, Хроническое отравление фосфором, в книге: Дж. Кобер и В. Хенсон, Проф. болезни и гигиена профессий, вып. 1. Проф. отравления. Изд. «Вопросы труда», Москва, 1925 г.
- Michaelis P., Ueber gewerbliche Erkrankungen durch Phosphor, Fortschritte der Medizin № 21, 1925. Реф.: Гигиена труда № 4, 1926 г. (интересные замечания о механизме действия и профилактике).
- Nicolas, Gaté et Roussel, Phosphorus dermatitis, Ann. de dermat. et syph., t. 10, p. 921, 1929. Arch. Dermat. a. Syph. V. 21, p. 306, 1930 (трехсернистый фосфор).
- Walton, A treatment for white phosphorus burns, J. A. m. A., 84, № 21 (1925). Реф.: Гигиена труда № 7, 1925 г.
- Кравков, Основы фармакологии, ч. 2, стр. 372, Гиз (1927).
- Азбелъ, Гигиена труда № 10—11 (1926).
- Вигдорчик, Профессиональная патология, стр. 300, Медгиз (1930).
- Гельман, Введение в клинику профессиональных отравлений, стр. 192, М. (1929).
- Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 161, 2-е изд., Соцгиз (1931).
- Памфилов (ред.), Пром.-санитарная химия, стр. 144, Соцгиз (1931).
- Шалиро-Аронштам, Гигиена труда № 5 (1925).
- Шригтер, Гиг., безоп. и патол. труда № 6, 55 (1929).

Фосфористый водород

Формула: PH_3 , Мол. в.: 34,04.

Получение. Разложением фосфористого кальция (Ca_3P_2) водой.

Свойства. Бесцветный газ, в чистом виде без запаха, но обычно пахнет гнилой рыбой.

Возможности отравления. При производстве фосфора и трехсернистого фосфора², при применении карбида кальция, загрязненного фосфористым кальцием, и цианамидом кальция, загрязненного карбидом; при доступе влаги к ферросилицию, содержащему фосфор. Реже в химических лабораториях.

Общий характер токсического действия. Фосфористый водород является нервным ядом и ядом обмена веществ, кроме того он действует на кровеносные сосуды.

Механизм действия еще не вполне выяснен. Гемодиз наступает только при достаточном доступе кислорода и при наличии по меньшей мере $\frac{1}{200}$ моля фосфористого водорода в литре воздуха, что соответствует 170 мг/л⁵.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. При применении относительно высоких концентраций (более чем $0,05\%$, или 50 частей на миллион, что соответствует 0,07 мг/л) наблюдается беспокойство, понурый вид, у кошек взъерошенная шерсть, отрыжка, рвота, одышка, шатающаяся походка, оглушение, судороги и смерть. Дыхание сперва глубокое и замедленное, затем ускоренное и поверхностное. Резкое падение кровяного давления (Сантессон).

При небольших концентрациях наблюдается только угнетение, реже рвота и судороги.

Восприимчивость отдельных видов животных к фосфористому водороду различна: лягушки более устойчивы, чем теплокровные; из последних, согласно Мейснеру⁸, кошки восприимчивее кроликов, а последние восприимчивее крыс; с другой стороны, по Гендерсону⁴, крысы устойчивее кроликов.

Токсичность фосфористого водорода для различных видов животных

Вид животных	Объемн. ‰	мг/л (приблизит.)	Части на миллион (см ³ /л ²)	Экспозиция	Действие
Лягушка ⁸	0,4	0,56	400	30 мин.	переносится
	0,6	0,84	600	15 "	"
	0,27	0,38	270	140 "	смерть через 1 час
Мышь ⁸	0,54	0,76	540	35 "	смерть
	0,1—0,2	0,14—0,28	100—200	4 час.	"
Крыса ⁸	0,1—0,2	0,14—0,28	100—200	2 ³ / ₄ час.	"
	0,4	0,56	400	30 мин.	смерть через 50 мин.
Кролик ^{8; 12}	0,6	0,84	600	15 "	выздоровление ⁸
	5—8	7—11,2	5000—8000	28 "	смерть
	0,05	0,07	50	1 ³ / ₄ час.	смерть через много часов
Кошка ^{8; 12}	0,1—0,2	0,14—0,28	100—200	3 ³ / ₄ "	смерть
	0,4	0,56	400	30 мин.	смерть через 55 мин.
	0,6	0,84	600	15 "	переболевание; выздоровление через 1 день ⁸
	1,9	2,65	1900	25 "	смерть ¹²

При субхронических отравлениях (многократная заправка низкими концентрациями) у животных отмечается неправиль-

Токсичность фосфористого водорода для животных при субхроническом отравлении

Вид животных	Объемн. ‰	мг/л	Части на миллион (см ³ /л ²)	Экспозиция	Действие
Кролик	0,01	0,014	10	2 раза по 8 час.	смерть
Кошка	0,01	0,014	10	4 раза в среднем по 7 час.	"

ное дыхание: то поверхностное и частое, то глубокое и медленное, плохой аппетит и плохой сон; перед смертью наступают легкие судороги⁸.

2. У человека. При отравлении фосфористым водородом наблюдаются боли в области диафрагмы и тянущего характера боли в спине; ощущение похолодания.

При отравлении средней степени отмечается чувство страха, ощущение давления в груди, резкая одышка, боли в области грудины, временами сухой кашель, усиленное везикулярное дыхание, обморок, тяжесть в голове, жгучие боли в затылке, головокружение, шум в ушах, общая слабость, обложенный язык, потеря аппетита, жажда.

При отравлении тяжелой степени кроме того развивается быстрое оглушение, шаткая походка, подергивание конечностей, расширение зрачков. При известных условиях смерть может наступить через несколько дней.

На вскрытии отмечается гиперемия воздухоносных путей и легких наряду с кровоизлияниями, затем жировое перерождение органов; в очень острых случаях отек легких. В крови часто можно обнаружить очень небольшие сильно преобладающие свет зернышки.

Действие фосфористого водорода на человека

Экспозиция и действие	мг/л	Части на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)
Быстрая смерть (Рамбузек) ¹⁰	2,8	2000
При экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час смерть сейчас же или позже (Леман)	0,56—0,84	400—600
При экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час опасно для жизни (Гесс)	0,4—0,6	290—430
При экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час переносятся без немедленных или поздних явлений (Леман)	0,14—0,26	100—190
При многочасовой экспозиции уже действует (через 6 час. отмечен случай смерти) (Гесс)	0,01	7
Порог восприимчивости	0,002—0,004	1,4—2,8

б) Хроническое отравление. При более длительном воздействии небольших количеств фосфористого водорода отмечаются симптомы хронического отравления, которые сходны с симптомами отравления фосфором.

Случай отравления. У одного фармацевта, который в течение ряда лет занимался получением солей фосфорноватистой кислоты (при нагревании фосфора с едким натром), наступили расстройства зрения вместе с расстройством аккомодации, расстройства речи и походки и разрушение зубов ⁶. (Специфическое действие фосфористого водорода).

Терапия. Симптоматическая.

Профилактика. Для очистки воздуха или подозрительного (с точки зрения загрязнения PH_3) водорода Нэслунд ⁹ рекомендует очищаемый ток газов пропускать через раствор марганцовокислого калия, а при больших масштабах через фильтр из перманганата и крупного песка. Для индивидуальной защиты служат специальные противогазы.

На меры борьбы с загрязнением PH_3 ацетилен имеются указания в Обяз. пост. НКТ СССР, приведенном в разделе «Ацетилен» (стр. 368).

Индикация. Бумажка, смоченная раствором азотнокислого серебра, окрашивается в присутствии фосфористого водорода более или менее интенсивно в бурый или черный цвет.

Определение. Фосфористый водород просасывается через бромную воду или через раствор хлорноватокислого или бромноватокислого натрия, затем бром отгоняется и определяется фосфорная кислота.

Литература

1. Bahr u. Lehmkerzig, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen 32, 123 (1906).
 2. Dietz, Arch. f. Hyg. 49 (1904).
 3. Henderson, Journ. of Anat. and Physiol. 13, 109.
 4. Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 188, 1927. (рус. пер., стр. 168, Гострудииздат, 1930).
 5. Labes, Arch. f. Hyg. 129, 150 (1928).
 6. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 172, 1929.
 7. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich, S. 166, 1927.
 8. Meissner, Ztschr. exper. Med. 42, 267 (1924).
 9. Naeslund, Uppsala Läk. för. Förh. 32, 367 (1927), по Koeisch, Münch. Med. Wchschr. 1928, № 34.
 10. Ramboisek, Gewerbliche Vergiftungen, 1911.
 11. Reichsgesdh.bl. 1928, № 26.
 12. Yokote, Arch. f. Hyg. 49, 275 (1904); (там же более старая литература).
- Дальнейшая литература: Brilliant, Dybowski, Santesson, H. Schulz u. a. в Heffter-Heubner, Handbuch der experimentellen Pharmakologie Bd. 3, Teil 1, Berlin 1927.

Дополнительная литература

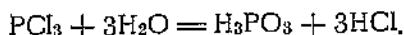
Zangger, Hydrogène phosphoré (phosphamine), Hygiène du travail, № 106, Genève.

Треххлористый фосфор

Формула PCl_3 . Мол. в.: 137,39.

Получение. Получается при действии хлора на фосфор.

Свойства. Бесцветная с едким запахом жидкость. Уд. в. при 20° 1,574. Темп. кип. 73,5°, замерзает при температуре — 112°. Литр пара весит 5,71 г. Легко гидролизуется, пары его во влажном воздухе разлагаются:



Выделяющийся при этом белый туман состоит из соляной кислоты.

Возможности отравления. При химических работах.

Общий характер токсического действия. Треххлористый фосфор является раздражающим веществом для всех дыхательных путей, однако в большей степени для верхних, чем для нижних. Действие его в 5—6 раз сильнее, чем действие освобождающейся из него соляной кислоты.

Явления отравления

1. У животных. При отравлении треххлористым фосфором наблюдаются беспокойство, чихание, кашель, слюнотечение, воспаление слизистой оболочки носа и конъюнктив, помутнение роговицы, неправильное дыхание, а при высоких концентрациях одышка и смерть. На вскрытии — сильное воспаление всех слизистых оболочек дыхательных путей вплоть до некроза, гепатизация легких и воспаление плевры. (См. табл. на стр. 229).

Кролики по отношению к треххлористому фосфору менее восприимчивы, чем кошки, но и для них 3-часовое вдыхание этого вещества в концентрации 3,5 мг/л смертельно.

2. У человека. Уже концентрации треххлористого фосфора в долях миллиграмма на литр воздуха вызывают кашлевое раздражение, чихание, болезненное воспаление конъюнктив, жгучие боли в носу и горле, давление в груди, затруднения глотания, длительный

Действие треххлористого фосфора на кошек

мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,004	0,7	3 часа	только легкое раздражение
0,01—0,02	1,8—3,6	6 час.	кроме того затруднение дыхания и воспаление конъюнктив
0,13—0,5	23—90	6 час.	уже более или менее тяжелое заболевание; помутнение роговиц
0,5 —1	90—180	6 час.	смертельно (эмфизема легких)
3,5	630	3 часа	смертельно (отек легких) (Бутиягин)

бронхиальный катарр. Вдыхание более высоких концентраций ведет к одышке, а при известных условиях к смерти.

Терапия. Как при раздражающих газах.

Защита. При помощи противогазов.

Определение. Улавливание 20%-ным раствором едкого натра и определение отщепившегося хлора (неточно вследствие гидролиза вещества на воздухе).

Литература

Бутиягин, Arch. f. Hyg. 49, 307 (1904).

Дополнительная литература

Carozzi, Phosphore (Composé du Hyg. du travail), № 6, Genève (1925).

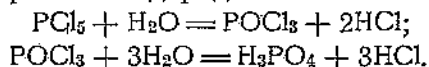
Egli-Rüst, Несчастные случаи при химических работах, Хим.-техн. изд., Л. (1926).

Пятихлористый фосфор

Формула: PCl_5 . Мол. в.: 208,30.

Получение. При действии хлора на треххлористый фосфор.

Свойства. Желтая кристаллическая масса; темп. кип. 162° с разложением; возгоняется при обыкновенной температуре, не плавясь. Литр пара весит 4,65 г (296 мм). С небольшим количеством воды или на сыром воздухе разлагается на хлорокись фосфора и хлористый водород. Хлорокись с своей стороны распадается с водой на фосфорную кислоту и хлористый водород:



Таким образом пары, выделяемые пятихлористым фосфором, состоят из тумана соляной кислоты.

Возможности отравления и общий характер токсического действия аналогичны треххлористому фосфору.

Явления отравления

1. У животных. Отдельные указания об ядовитых концентрациях пятихлористого фосфора имеются у Гендерсон-Хаггарда по отношению к мышам: для них смертельной является концентрация 120 частей на миллион, что соответствует приблизительно 1,0 мг/л, при экспозиции 10 мин.

2. У человека. Раздражающее действие выражено сравнительно слабо.

Литература

Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 137, 1927 (рус. перев. стр. 121, Гострудиндат, 1930 г.).

Хлорокись фосфора

Формула: POCl_3 . Мол. в.: 153,39.

Получение. Окислением треххлористого фосфора хлорноватокислым калием.

Свойства. Бесцветная с колющим запахом жидкость. Темп. кип. $107,2^\circ$; уд. в. при 15° 1,688. Замерзает при $1,2^\circ$ в кристаллическую массу. Литр пара весит 6,38 г. В присутствии воды и даже влажного воздуха распадается на фосфорную кислоту и хлористый водород, поэтому дымит на воздухе. Может считаться хлорангидридом фосфорной кислоты.

Возможности отравления. При химических работах.

Общий характер токсического действия. Хлорокись фосфора является раздражителем для всех слизистых оболочек, особенно для слизистых оболочек дыхательных путей. Качественно действие хлорокиси фосфора напоминает действие фосгена, но благодаря незначительной липоидной растворимости ее действие много слабее.

Явления отравления. Раздражение всех слизистых оболочек, боль в глазах, чувство удушья, угнетение, затем развитие бронхиального катарра с пенистой, иногда кровавистой мокротой, расстройства сердечной деятельности, резкое малокровие, увеличение печени, альбуминурия, расширение границ легких.

Случай отравления. Острое отравление хлорокисью фосфора привело к длительным расстройствам дыхательных органов и сердца. Смерть наступила через шесть лет ¹.

Определение. Как при треххлористом фосфоре.

Литература

1. Floret, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 6, 282 (1929).
2. Rumpf, Dtsch. Med. Wchschr. 1908, 1331.
3. Vaubel, Chem.-Ztg. 1903.

Трехсернистый фосфор

Формула: P_4S_3 . Мол. в.: 220,26.

Получение. Нагреванием до 180° желтого фосфора и серы в вазелиновом масле.

Свойства. Желтая кристаллическая масса, темп. пл. $172,5^\circ$; темп. кип. 408° .

Возможности отравления. При производстве спичек.

Общий характер токсического действия. Практически мало ядовит.

Явления отравления. Вдыхание пыли трехсернистого фосфора раздражает слизистые оболочки дыхательных органов и глаз. В случае содержания желтого фосфора становится опасным. См. раздел «Фосфор».

Литература

1. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 175, 1919, (рус. перевод, ГИЗ, 1923).
2. Santesson u. Malmgren, Skand. Arch. f. Physiol., 15, 191 (1903).

Группа мышьяка

Мышьяковистый водород AsH_3 сильный кровавый яд, вызывающий гемолиз и образование метгемоглобина, а также действующий на центральную нервную систему.

Мышьяковистый ангидрид As_2O_3 является ядом, влияющим на обмен веществ и капилляры кровеносных сосудов; вначале не производит местного раздражающего действия. Раздражающее действие уже имеющегося налицо мышьяковистого ангидрида несравненно слабее действия, производимого этим соединением при образовании его внутри клеток из других соединений мышьяка.

У треххлористого мышьяка $AsCl_3$, легко разлагающегося гидролитически на мышьяковистый ангидрид и хлористый водород, раздражающее действие очень сильно; это действие простирается на все дыхательные пути и на легкие.

Одновременно имеется и резорбтивное действие.

Органические соединения мышьяка представляют сильные клеточные яды, из которых многие производят местное раздражение. Действие их зависит вероятно от внутриклеточного отщепления мышьяковистого ангидрида или солей мышьяковистой кислоты.

Мышьяковистый водород

Формула: AsH_3 . Мол. в.: 77,93.

Образуется при действии *in statu nascendi* водорода на содержащие мышьяк материалы.

Получение. Из мышьяковистого кальция и воды ²².

Свойства. Бесцветный газ; вес литра газа 3,24 г; при -55° бесцветная, водянистая жидкость. В чистом виде без запаха, но скоро меняется и начинает пахнуть чесноком ^{23; 9}. Один объем воды растворяет $\frac{1}{5}$ объема мышьяковистого водорода; хорошо растворяется в скипидаре. В чистом виде довольно стоек, но легко разлагается при нагревании.

Возможности отравления. Мышьяковистый водород образуется в виде примеси к водороду при действии кислот на металлы и материалы, содержащие в себе мышьяк. К таким материалам относятся: цинк, медь, свинец, висмут, сурьма, олово, серный колчедан, ванадиевая руда и золотая руда. Из серного колчедана мышьяк попадает в серную кислоту и дальше в соляную кислоту.

Употребление таких материалов, содержащих в себе мышьяк, ведет к отравлениям, как например при добывании водорода из цинка в небольшом количестве для наполнения небольших воздушных шаров, при паянии и протраве металлов, при производстве эмалированной посуды, цинковании, лужении, освинцевании, при наполнении аккумуляторных батарей в подводных лодках; при экстрагировании ванадиевой руды для добывания ванадиевого железа ¹²; при добывании золота из бедных руд ¹⁶; при производстве бензидаина (цинковая пыль, содержащая в себе мышьяк ¹⁶); при доступе влаги к ферросилицию, особенно в замкнутых пространствах (наряду с фосфористым водородом). Далее при плавлении оловянистых сплавов ^{9; 24}; при выделении ацетилена из содержащего мышьяк карбида ²⁴; при имитации старого серебра путем гальванопластического осаждения металлического мышьяка ⁷.

Случаи отравления. Отравления, объясняемые образованием мышьяковистого водорода или органических соединений мышьяка в обоях, содержащих в себе мышьяк, несмотря на запрещение таких обоев, еще встречаются. Кутнер ¹² описывает еще в 1912 г. пять таких отравлений, которые он объясняет вдыханием пыли (вероятно швейнфуртской зелени).

Общий характер токсического действия. Мышьяковистый водород прежде всего является нервным и кровавым ядом (гемолиз и образование метгемоглобина).

Механизм действия. До настоящего времени мнения различны и спорны. Несмотря на то, что, как указал Дубицкий¹, многие явления при отравлении объясняются вызываемым мышьяковистым водородом гемолизом, все же этот яд не ограничивается одним действием на кровь. По мнению Эттингера²⁰, основывающегося на опытах с животными, мышьяковистый водород помимо гемолиза действует на центральную нервную систему, что может вызвать наркоз и паралич, причем периферические нервы не затрагиваются.

Действие на кровь объясняется различно. По мнению Мейснера¹⁰ мышьяковистый водород вследствие особого сродства к гемоглобину красных кровяных шариков соединяется с ними; мышьяк в этом соединении постепенно окисляется в мышьяковистую кислоту. Это образование мышьяковистой кислоты в крови и ведет к гемолизу. Лабес¹⁵ объяснил недавно действие мышьяковистого водорода на кровь следующим образом: кислород крови окисляет мышьяковистый водород в коллоидальный мышьяк, который разрушает коллоиды эритроцитов и тем самым структуру последних.

Йоахимотлу¹⁰ указал, что мышьяковистый водород превращает оксигемоглобин в метгемоглобин и восстанавливает одновременно гемоглобин. Симптомы острого отравления мышьяковистым водородом несомненно вызваны частично гемолизом эритроцитов; симптомы эти проявляются до тех пор, пока гемоглобин выделяется из разрушенных эритроцитов; в дальнейшем явления отравления объясняются последствиями малокровия.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Явления отравления исследованы более точно у кошек. При небольших концентрациях или при подостром отравлении у них отмечается сильная сонливость и ослабление дыхания. Далее наблюдаются: понос, рвота, кровавая моча, желтуха, задержка мочи, паралич. Смерть наступает от аноксемии вследствие разрушения крови и острого воспаления почек. После вдыханий очень высоких концентраций кровь принимает чернильный цвет. Мозг и легкие окрашиваются в серо-черный цвет².

Абсолютно смертельное количество фактически абсорбированного мышьяковистого водорода для кошек по мнению Дубицкого, равняется 7—10 мг*.

Приведенные в табл. на стр. 233 цифры являются показателями ядовитости мышьяковистого водорода для кошек.

Собака приблизительно так же чувствительна к мышьяковистому водороду, как и кошка.

0,03 мг/л (соответствует приблизительно 10 частям на миллион) не вызывает отравления.

0,3 мг/л (соответствует 100 частям на миллион) быстро вызывает опасное отравление.

Промежуточные концентрации вызвали расстройство пищеварения, паралич, гемоглобинурию и желтуху (Шевалье и Шеньо)¹.

Несколько большую сопротивляемость оказывает повидимому обезьяна: 600 мг/л, что соответствует около 190 000 на миллион,

* Цифры весьма относительные, поскольку они даны вне зависимости от концентрации и экспозиции. Ред.

Токсичность мышьяковистого водорода для кошек

мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
Острое отравление			
0,94—0,38	290—120	1 час	тяжелое заболевание; смерть спустя 12—40 час.
0,3—0,16	100—50	1 "	заболевание, но затем выздоровление
0,14—0,09	45—30	1 "	переносится без видимых изменений (Йоахимоглу) ¹⁰
0,17	50	ок. 2 час.	смерть через 12 часов
0,1	30	3 часа	" " 40 "
0,07	22	2 часа	" " 9 дней
0,03	10	3½—5 час.	переносится без видимых изменений (Дубицкий) ¹

Подострое отравление

0,08	25	3 раза в продолжение 6 дней—в общем 8 час.	смерть через 15 час. после третьей экспозиции
0,03	10	2 раза в продолжение 7 дней—в общем 8 час.	переносится без видимых повреждений (Дубицкий) ¹

при вдыхании в продолжение 60 мин. через 4 часа, вызывает рвоту, кровавую мочу, а через 3 дня смерть¹⁰.

Мыши тоже менее чувствительны, чем кошки^{11,4}.

Токсичность мышьяковистого водорода для мышей

мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
3,0	900	20—30 мин.	смерть при явлениях судорог ⁴
1,4	400	¾ часа	смерть при явлениях судорог ¹¹
1,0	300	15 мин.	смерть через 2 часа ⁴
0,5—1,0	150—300	1 час.	смерть при явлениях судорог ⁴
0,3	100	15 мин.	смерть через 7 час. ⁴
0,1—0,2	30—60	2—4 часа	смерть без судорог ⁴

Смертельная концентрация для мышей по мнению Фюнера⁴ равна 0,1—0,15 мг/л, или 30—45 частям на миллион, при экспозиции 30 мин. Это соответствует абсолютному количеству введенного яда: в 0,01—0,012 мг As₂O₃ на 1 г веса мыши.

Еще менее чувствительны морские свинки¹¹.

Токсичность мышьяковистого водорода для морских свинок

мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
1,4	400	1 ³ / ₄ часа	смерть
0,6	190	ок. 2 час.	смерть через 4 дня

Данные об опытах с воробьями⁶ в отношении дозировок непостоянны; все же из них явствует, что вдыхание в течение 15 минут мышьяковистого водорода в концентрации 0,04 мг/л, что соответствует приблизительно 12 частям на миллион, вызывает смерть через 10 час. Двухкратное 15-минутное вдыхание концентрации 0,02 мг/л, что соответствует приблизительно 6 частям на миллион, уже убивает воробья в течение первого часа. Минимальные смертельные концентрации вероятно еще ниже.

Очень стойки по отношению к мышьяковистому водороду лягушки¹⁰. Получасовое вдыхание концентрации в 1 мг/л, что соответствует приблизительно 300 частям на миллион, вызывает смерть только через 3 дня, при этом кровь окрашена нормально; при концентрации же выше 26 мг/л, что соответствует приблизительно 8100 частям на миллион, кровь окрашена в темнобурый цвет.

2. У человека. Острые явления отравления обычно развиваются уже в первые часы после действия яда.

При очень легких отравлениях они ограничиваются только головной болью и тошнотой без каких-либо дальнейших последствий.

При отравлениях средней тяжести развивается неопределенное ощущение плохого самочувствия и усталости, за которым следует головокружение и слабость. Затем наступают сильные головные боли, тошнота, плохой запах изо рта, рвота, боль в подложечной области, через 1—2 дня желтуха. Часто кроме того отмечается наличие разного рода невралгий или парестезий. В продолжение нескольких дней в моче имеется кровь. Выздоровление идет довольно медленно и длится 1—3 недели. Рецидивы после наступившего улучшения могут иметь место в промежутки между 7—9 днями и редко на третий день.

В тяжелых случаях начальное легкое недомогание значительно увеличивается через 3 часа; описанные выше симптомы усиливаются: рвота переходит в неукротимую, причем рвотные массы содержат кровь. При постепенно усиливающейся слабости появляется сердцебиение, ускоренный пульс, сердечная слабость, удушье, цианоз, беспокойство, чувство страха, обморок, повышение температуры. Через 8—12 дней появляются следствия гемолиза: кровавая моча, боли в области почек и при мочеиспускании, задержка мочеотделения. Развитие желтухи пропорционально тяжести отравления. Она появляется большей частью на 2-й день; кожа и видимые слизистые оболочки принимают бронзовую окраску (смешанная окраска желтухи и цианоза). Далее наступает болезненное опухание печени и селезенки. Боли в печени объясняются повышенной ее деятельностью при расщеплении растворившегося гемоглобина и резко повышенным (в 20 раз) образованием желчи, а опухание селезенки накоплением погибших эритроцитов. Кровь принимает темнолаковый цвет.

Малокровие развивается в течение нескольких дней; в тяжелых случаях оно очень значительно. Количество красных кровяных телец может уменьшиться до 1 миллиона в 1 мм³.

При остром отравлении мышьяковистым водородом смерть наступает самое раннее на 2—3-й день, большею же частью на 8—9-й день при увеличивающемся упадке сил, удушье, бреде и судорогах. При некоторых смертельных случаях происходит отек легких, неизвестно только, вследствие ли первичного раздражения или вследствие плохого кровообращения. Смертность для известных в литературе случаев отравления мышьяковистым водородом составляет около 30%. В случаях перенесения острого отравления могут появиться симптомы со стороны периферических нервов, вполне сходные с симптомами отравления мышьяковистой кислотой. Особенно поражены бывают почки, что может вести за собой позднюю смерть.

Вскрытие показывает жировое перерождение печени и почек. Характерна темная окраска лаковидной крови.

Во многих случаях отравления мышьяковистым водородом в крови можно было обнаружить в различных количествах мышьяк, от 0,007 до 0,014 мг %, а в моче 0,1 мг %. В одном случае смертельного отравления больше всего мышьяка оказалось в печени⁵. Выделение мышьяка мочой у отравленных в тяжелой и средней степени дает вначале в день от 1/2 до 2 мг мышьяка и тянется медленно. Этим путем удаляется только часть выделенного мышьяка^{19a}.

Токсичность мышьяковистого водорода для человека

Действие	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
Немедленная смерть (Леман)	5	1550
Вызывает смерть в течение 1/2 часа (Кох-Абрест) ¹⁸	0,75	250
Вызывает смерть при 1/2—1 час. воздействия сейчас же или позднее (Леман)	0,05	15,5
1/2—1 час воздействия опасно для жизни (Гесс) . . .	0,02	6,25
1/2—1 час переносится без немедленных или позднейших последствий (Леман)	0,02	6,25
При многочасовой экспозиции уже действует (Гесс) .	0,01	3,1
6 час. переносится без значительных симптомов (Леман)	0,01	3,1

По мнению Иоахимоглу для человека с 3 кг крови 0,1—0,15 г или 32—47 см³ мышьяковистого водорода смертельны*.

б) Хроническое отравление. Случаются также хронические или подострые отравления мышьяковистым водородом.

В отдельных случаях при этом наблюдались: плохой вид, бледный цвет лица, тошнота, головокружение, тяжесть в голове, диспепсия, желудочные боли, понос, постепенно усиливающиеся боли в горле, хрипота, одышка с кашлем и колющем в груди. При большей продолжительности воздействия развивалась утомляемость, исхудание, дрожь в членах, гиперемия слизистой глаз. Характерны сильные летучие боли в членах, в шее, груди, спине и животе; иногда наблюдается невралгия в области затылка и лба. Замечается также зудящая пузырь-

* См. наше примечание на стр. 202. Ред.

чатая или пятнистая сыпь или небольшие сине-красные кровоизлияния (петехии), а иногда отделение ногтей, выпадение волос, отеки припухлости, сухость во рту, сильная жажда. В моче появляется белок. Кроме того наблюдаются расстройства нервной системы, как при отравлении мышьяком (так называемый *tabes arsenicalis*).

Диагноз основывается на обнаружении мышьяка в моче. При хроническом отравлении мышьяковистым водородом большее значение имеет наряду с гемолитическим действием газа мышьяковистая кислота, образующаяся при разрушении красных кровяных телец.

Терапия. Удаление из вредной атмосферы. Устранение недостатка кислорода в крови посредством вдыхания кислорода в течение целого дня; кровопускание* с последующим за ним вливанием физиологического раствора; обильная дача сердечных средств; при позыве на рвоту и болях в желудке — морфий.

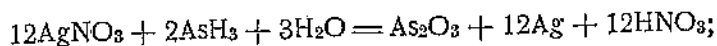
Профилактика. При добывании водорода следует пользоваться исходными материалами, по возможности не содержащими мышьяка. Для аккумуляторов не следует употреблять никаких кислот, содержащих мышьяк. Сухое и хорошо вентилируемое помещение для хранения запасов ферросилиция. Это соединение требует при перевозке тщательной, непроницаемой для воды упаковки и не должно перевозиться пассажирскими пароходами; на грузовых пароходах всегда его следует держать на палубе (Леман). Подозрительный водород следует пропускать предварительно через фильтр из хлорной извести и песка, а затем для удаления хлора еще раз через фильтр с гашеной известью (Венцкий). Для этой же цели предложен перманганатовый фильтр по Нэслунду (см. «Фосфористый водород»). Хорошим материалом для поглощения мышьяковистого водорода является также активированный уголь. Простым пропусканием через такой уголь водород совершенно освобождается от примеси мышьяка. Однако из светильного газа уголь не вполне поглощает мышьяк, вероятно вследствие действия на уголь других составных частей (тяжелые углеводороды). Лучшим средством для поглощения мышьяка считается бром (Локеман)¹⁸.

Для целей предупреждения опасности можно помещать клетки с канарейками в подозрительных помещениях, так как маленькие птицы чувствительнее к мышьяковистому водороду, чем человек (Гейм-Геберт)⁹.

Защита с помощью противогазов.

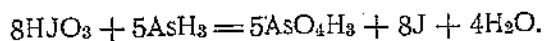
Индикация. Насыщенная раствором азотнокислого серебра фильтровальная бумага дает с мышьяковистым водородом желтую окраску с сине-черным краем; при прибавлении воды все пятно постепенно чернеет. Этот способ однако неспецифичен, так как сурьмянистый и фосфористый водород дают ту же окраску.

Определение. Существуют многочисленные способы анализа, из коих укажем на следующие: пропускание через раствор азотнокислого серебра и последующее титрование образовавшейся мышьяковистой кислоты:



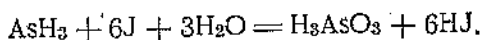
* Литературные указания по вопросу о целесообразности кровопусканий при отравлениях AsH_3 довольно противоречивы. Во всяком случае здесь требуется сугубая осторожность, особенно в период бурного развития гемолитических явлений. Ред

пропускание через подкисленный серной кислотой раствор иодноватокислого калия и титрование образовавшегося иода:



Пропускание через аммиачный раствор серебра и обратное титрование роданистым калием³.

Введение в воду и титрование водного раствора с 0,01 N раствором иода в присутствии раствора крахмала. При этом происходит следующая реакция:



По окончании этой реакции появляется синяя окраска. Затем прибавляется раствор углекислого калия и производится обычное титрование до образования мышьяковистой кислоты²².

Дальнейшие способы анализа критически рассматриваются Иоахимом¹⁰.

Литература

1. Dubitzki, Arch. f. Hyg. 73, 1 (1911) (там же литература).
 2. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen u. giftigen, Gasen, S. 399. 1865.
 3. Fühner, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 82, 46 (1917).
 4. Fühner, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 92, 288 (1922).
 5. Grassmann, Arch. f. Gewerbepathol. 1, 197 (1930).
 6. Heim et Hebert, Bull. Soc. Chim. de France 1, 571.
 7. Hofer, Ztschr. Gewerbehyg. 1910, 180.
 8. Holzknecht, Münch. med. Wchschr. 1929, 1968.
 9. Jaeger, Münch. med. Wchschr. 1925, 1035.
 10. Joachimoglu, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 85, 32 (1919).
 11. Joachimoglu u. Papeth, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 57, 1929 (1924).
 12. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 8, 121 (1920) (там же литература).
 13. Kohn-Abrest, Ann. des Falsifications 8, 215 (1915).
 14. Kühner, Berl. klin. Wchschr. 1912, 2122.
 15. Labes, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 129 (1928).
 16. Lewin, Gifte u. Vergiftungen. S. 199, 1929.
 17. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich, 1927.
 18. Lockemann, Ztschr. f. angew. Ch. 39, 1125 (1926).
 19. Meissner, Ztschr. f. exper. Path. u. Ther. 13, 284 (1913).
 - 19a. Meyer u. Heubner, Biochem. Ztschr. 206, 212 (1929).
 20. Oettingen, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 80 (1916).
 21. Ramboisek, Gewerbliche Vergiftungen. S. 190, 1911.
 22. Thoms u. Hess, Ber. Dtsch. Pharm. Ges. 30, 483 (1920).
 23. Vaubel, Ztschr. f. angew. Ch. 38, 797 (1925).
 24. Zangger u. Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie, S. 159, 1928.
- Дальнейшая литература: Heffter-Heubner, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. 3, Teil 1, S. 464.
- Более старая казуистика: Geigy, Beitrag zur Kenntnis der Arsenwasserstoffvergiftung des Menschen. Diss. Basel 1890.
- Ср. также: Bachfeld, Erkrankungen durch Arsen oder seine Verbindungen (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen. S. 29, Berlin, 1930).

Дополнительная литература

- Dibbern, Medizin. Klinik № 34, 1170 (1932).
 Kremer, Gasmaske 3, 109 (1931).
 Löning, Zentralbl. f. innere Mediz. № 36, 833 (1931).
 Nuck u. Jaffe, Arch. f. Gewerbepathol. 3, 496 (1932).
 Spaeth u. Soika, Mediz. Klin. № 38 (1931).
 Telecky, Deutsche mediz. Wochenschr. № 17 (1931).

Арановский, Сборник работ санитарной инспекции на Украине вып. 4, Харьков (1925).

Вайль, Патологическая анатомия отравлений боевыми ОВ, стр. 175, Медгиз (1932).

Гельман, Оздоровление труда и революция быта, вып. 2 (1924).

Гельман, Введение в клинику профес. отравлений, стр. 143, Москва (1929).

Гельман и Розенбаум в книге: Гельман, Правдин, Розенбаум, Профессиональная токсикология, стр. 92, Соцэкгиз (1931).

Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 156, 2-е изд., Соцэкгиз (1931).

Коган, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmacol., 161, 310 (1931).

Лившиц, Опыты массовой профилактики при работе с мышьяковистыми соединениями. Гигиена, безопасн. и патол. труда 99 (1931).

Памфилов (ред.), Промышленно-санитарная химия, стр. 135, Соцэкгиз (1931).

Силич и Баранов, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8, 91 (1929).

Смирнов, Оздоровление труда и революция быта, вып. 2 (1924).

Стефановский, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 11, стр. 99 (1930).

Траинин, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 4, 110 (1929).

Фрейфельд, Оздоровление труда и революция быта, вып. 2 (1924).

Шапиро, О дерматитах, вызванных ангидридом мышьяковистой кислоты. Врачебное дело 15—16 (1931).

Штейнберг, Клиническая картина отравления мышьяковистым водородом. Мед.-сан. вопросы противохим. защиты, № 1, 101—125 (1933).

Черкес, Розовская и Сила, Аноксемия при отравлении ядами гемолитического типа, Эксперимент. медицина № 3 (1935).

Треххлористый мышьяк

Формула: $AsCl_3$. Мол. в.: 181,28.

Получение. Добывается действием на мышьяковистую кислоту хлористой серы.

Свойства. Бесцветная маслянистая жидкость, дымится на воздухе, уд. в. при 20° 2,163; застывает при —18° в белые перламутрово-блестящие иглы. Обладает кислой реакцией; растворяется в 9 частях воды; при большем количестве воды частью разлагается с выделением трехокси мышьяка. Легко растворяется в органических растворителях. Темп. кип. 122°. Вес литра пара 7,55 г. Летучесть при 20° равна 84 мг/л; пар разлагается в присутствии влаги и кислорода с образованием хлорокси.

Возможности отравления. При протравке и воронении металлов.

Во время мировой войны треххлористый мышьяк применялся французами как растворитель для синильной кислоты, фосгена, иодуксусного эфира и др., так как его собственное действие как боевого вещества слишком слабо⁴.

Общий характер токсического действия. Сильное раздражение всех слизистых оболочек; действует сильнее на легкие, чем на верхние дыхательные пути. Следует считаться также с резорбтивным действием мышьяка.

Явления отравления

1. У животных. Мыши. Вдыхание треххлористого мышьяка в концентрации 338 частей на миллион, или около 2,5 мг/л в продолжении 10 мин. смертельно.

У кошек. Сильное раздражение глаз и носа; яд адсорбируется волосами. Возможно удушье вследствие закрытия голосовой щели или отека надгортанника.

Вскрытие обнаруживает обильные кровоизлияния в легких².

Токсичность треххлористого мышьяка для кошек

мл жидкости в м ³	мг/л (приблизительно)	Части пара на млн. (мл ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
50	0,1	13,5	40 мин.	Переносится
50	0,1	13,5	60 "	Смерть через 7 дней
100	0,2	27,0	20 "	Смерть через 4 дня

У человека. Усиливающееся раздражение в глазах и носу. 110 мл³/м³ жидкости, или около 0,2 мг/л, что соответствует приблизительно 27 частям пара на 1 миллион, переносится не больше 1 мин.² Делепин⁴ наблюдал в опыте над самим собой постепенно усиливающееся раздражение в глазах и носу. Также и у человека яд накапливается в волосах. Делепин нашел у рабочих в волосах 600 мг/100 г, в моче же только 320 мг/100 см³. Он обращает особое внимание на то, что по количеству собравшегося в волосах мышьяка нельзя судить о продолжительности воздействия яда.

По данным отдельных авторов резорбтивное отравление при вдыхании треххлористого мышьяка не всегда выражается.

Жидкий треххлористый мышьяк действует на кожу сильно разъедающе.

Терапия. Такая же, как при отравлении другими раздражающими газами.

Литература

1. Meyer, Gaskampf, S. 382, 1925.
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 527 (1921).
3. U. S. Department of Interior, Bureau of Mines, Technical Paper 1921, 248.
4. Delépine S., Journ. ind. Hyg. 1922, 346, 410.

Мышьяковистый ангидрид (трехокись мышьяка, белый мышьяк)

Формула: As₂O₃. Мол. в.: 197,82.

Получение. Добывается обжиганием руд, содержащих мышьяк.

Свойства. Белая аморфно-стекловидная или кристаллически-фарфоровидная масса, мало растворимая в воде. Кристаллическая модификация возгоняется при 218°, без предварительного плавления. Вес литра пара 8,23 г.

Возможности отравления. На заводах мышьяка, при фабрикации стекла, в пиротехнике, при выделке чучел и др.

Общий характер токсического действия. Как уже указано выше, яд, влияющий на обмен веществ и капилляры сосудов. Универсальный клеточный яд, но не обладает выраженными раздражающими свойствами.

Явления отравления

а) Острое отравление. У животных. Мыши и кошки перенесли в течение 12 мин. вдыхание пара в концентрации 0,04 мг/л, или около 5 частей пара на миллион, без заметного заболевания и без немедленно наступающих явлений раздражения².

У человека. Типичный случай отравления описывает Эйленберг⁴. После вдыхания выделившихся при возгонке паров белого мышьяка наблюдались следующие явления: постепенно уве-

личивающееся жжение слизистой оболочки носа, губ и глаз; через несколько часов опухание ноздрей, губ, век, воспаленное лицо, болезненные явления в небе и трахее; затем сильная рвота, колики, понос с последующими тенезмами и кровавой мочой. Ночью частые обмороки, дрожь, судороги, сильное чувство страха. На следующее утро сильное, продолжающееся несколько дней, слюнотечение и болезненное воспаление десен. В моче еще через 12 дней обнаруживался мышьяк, также в кале, в волосах на голове, в ногтях (в ногтях пальцев ног еще через 9 месяцев).

В течение 4 месяцев наблюдалась сильная слабость. Здесь несомненно наряду с вдыханием паров белого мышьяка было отравление им и *per os*.

б) **Хроническое отравление.** Как и при отравлении другими летучими соединениями мышьяка, наблюдается раздражение органов дыхания, главным образом легких. Сильная головная боль, а именно во лбу, ощущение меха, мурашек в руках, покалывание в руках и ногах и главным образом чувствительность нервов к давлению; часто отсутствие рефлексов сухожилий. Очень быстро наступает атрофия отдельных мышц. Характерное нарушение роста ногтей, выступление темных пятен и образование язв на коже. Одновременно происходят нарушения пищеварения (рвота, понос, упадок сил); изредка более сильные психические явления. Все эти резорбтивные явления обнаруживаются при воздействии как парового, так и пылеобразного белого мышьяка; воздействие происходит частью через органы дыхания и частью через пищеварительный канал.

Профилактика. В ряде обязательных постановлений НКТ СССР даны указания о мерах борьбы с отравлениями мышьяком и его соединениями на производстве. Приводим некоторые из них.

Извлечение из обязательного постановления НКТ СССР от 19/IX 1924 г. № 392/458 о применении мышьяка в производстве (Изв. НКТ 1924 г. № 38).

1. Общие положения

1. Настоящее постановление издается в развитие и дополнение «Общих обязательных постановлений об устройстве и содержании промышленных заведений», утв. НКТ 23/II 1920 г. *, и распространяется на все производства (независимо от числа работников предприятия или отделений), где мышьяк или его соединения являются основными или вспомогательными веществами, а также побочными продуктами или примесями.

Примечание. Постановление не распространяется на процессы дробления и измельчения руд, производимые на открытом воздухе или под навесом.

2. Безусловно воспрещается применение содержащих мышьяк веществ при процессах печатания, окрашивания каких бы то ни было предметов, а также в производстве пищевых и вкусовых продуктов.

3. В производственных процессах, которые могут осуществляться без применения мышьяка, должны причисляться соответствующие безвредные способы производства, устанавливаемые особыми постановлениями НКТ СССР по согласованию с ВСНХ СССР.

4. Соблюдение правил настоящего постановления, за исключением ст. 15, 16 и 18, обязательно также в следующих производствах, где мышьяк или его соединения могут выделяться в качестве побочных продуктов или встречаются как побочные примеси:

- а) металлургия цветных металлов;
- б) обработка металлов кислотами (лужение, паяние, производства минеральных солей и т. д.).

* Заменены общими обязательными постановлениями, утвержденными НКТ СССР 29/I 1926 г. за № 21/309, с изменениями и дополнениями, внесенными постановлением НКТ СССР 30/X 1929 г. за № 346 («Изв. НКТ», 1926 г., № 8 и 1929 г., № 48—49).

5. Администрация обязана осведомлять вновь поступающих рабочих об опасности работы с мышьяком и его соединениями и тщательно следить за соблюдением всех мер предосторожности при работах. Работающие в предприятии обязаны неуклонно выполнять все указываемые им меры предосторожности.

6. Предприятие должно быть обеспечено достаточной первой медицинской помощью.

II. Прием на работу

8. Каждый рабочий должен перед принятием на работу подвергаться специальному (на предмет пригодности к работе с мышьяком) медицинскому осмотру и допускаться к работе только с разрешения обслуживающего данное предприятие врача.

9. Не реже чем один раз в три месяца, рабочие вредных отделений должны подвергаться медицинскому осмотру и, согласно заключению врача, оставаться в отделении или переводиться на безвредные работы.

10. Женщины и подростки безусловно не допускаются к работам с мышьяком, а также в помещения, где производится работа с мышьяком.

III. Рабочие и вспомогательные помещения

11. Пол, стены и потолок в рабочих помещениях, где вырабатывается или применяется мышьяк (мышьяковистые соединения), должны иметь гладкую поверхность, легко очищаться и не иметь щелей и углублений. Уборка должна производиться ежедневно с особой тщательностью, чтобы в помещении вовсе не оставалось пыли, грязи, сырости или веществ, способных к загниванию.

12. Аппаратура должна быть плотна, непроницаема и подвергаться специальному тщательному надзору.

13. Для проветривания помещений должна быть установлена вытяжная и подающая воздух вентиляция с достаточным обменом воздуха. Проекты и расчеты вентиляции предварительно утверждаются органами охраны труда.

14. При всех машинах и аппаратах, выделяющих в процессе работы пыль или пары мышьяка или его соединений, равно как и в местах, где соответствующая работа производится вручную, должно быть устроено энергичное отсасывание паров и пыли в момент их выделения. Кроме того помещения, в которых производятся такие работы, должны быть изолированы от соседних (как рабочих, так и вспомогательных) помещений.

15. При каждом предприятии должна быть устроена особая умывальная, снабженная душами по расчету не менее одного на десять человек и умывальниками с мылом и чистым полотенцем при каждом. При умывальной должны иметься закрытый бак с кипяченой водой, снабженный краном, кружкой и резервуаром для ополаскивания кружки.

При умывальной должно быть устроено специальное помещение для хранения спецодежды на время обеденного перерыва и по окончании работ.

16. В каждом предприятии должно иметься особое теплое и освещенное помещение для раздевания рабочих, снабженное отдельными запирающимися шкафчиками или иными приспособлениями для хранения верхнего платья отдельно для каждого рабочего.

17. Безусловно воспрещается прием пищи, переодевания, а также курение в рабочих помещениях.

IV. Личное снаряжение рабочих

18. Рабочим, имеющим соприкосновение с мышьяковистой пылью или парами, помимо спецодежды согласно установленным нормам * («Нормы специальной одежды и предохранительных средств», вып. I—VI—Прил. к ИНКТ за 1923 г.) должны выдаваться респираторы, маски (в случае необходимости и предохранительные очки), а также полный комплект носильного белья, носки и носовой платок. Снаряжение выдается каждому рабочему индивидуально для его исключительного пользования и хранится при предприятии.

Смена до начала работы личного белья на выдаваемое предприятием обязательна для рабочего.

* Пост. 23/1 1933 г. за № 8 НКТ СССР (в последний раз) утвердил нормы спецодежды и предохранительных приспособлений на 1933 г. для ряда отраслей народного хозяйства. В перечне этих норм для рабочих системы НКТП, раздел «Основная химия», установлены нормы спецодежды для рабочих в производстве мышьяковых солей.

V. Рабочее время*

19. Шестичасовой рабочий день устанавливается:
- а) в металлургической промышленности — для работающих по выработке мышьяка (п. 8 разд. I пост. НКТ от 26/VI 1923 г., Изв. НКТ № 22);
 - б) в металлообрабатывающей промышленности;
 - 1) для всех рабочих по добыче и обработке мышьяка;
 - 2) для работающих при постоянном непосредственном соприкосновении с мышьяком;
 - 3) для лудильщиков горячим способом при постоянной работе (при отсутствии специальных приспособлений, удаляющих выделяющиеся пары или газы);
 - в) в химической промышленности (пост. НКТ от 7/VII 1923 г. № 15; ИНКТ № 2/26);
 - 1) в основной химической промышленности — при работах во всех стадиях производства мышьяковых препаратов;
 - 2) в химико-фармацевтическом производстве для рабочих, занятых в производстве мышьяковой и арсениловой кислоты;
 - 3) в угольном, элементарном и сажевом производстве — для работающих по хлористому цинку.

VI. Порядок исполнения настоящего постановления

20. Ни одно вновь открываемое промышленное предприятие не может быть пущено в ход, если оно не отвечает требованиям настоящего обязательного постановления.

22. Настоящее постановление вводится в действие на территории союзных республик распоряжением НКТ соответствующей союзной республики.

23. Наниматели, виновные в неисполнении настоящего постановления, привлекаются к уголовной ответственности по ст. 133 УК РСФСР и соответствующими статьями Уголовных кодексов союзных республик. (Якимчик, 1930, стр. 292—293).

Меры предупреждения отравлений мышьяком на стекольных заводах указаны в «Правилах устройства, содержания и безопасности работ на стекольных заводах» (обяз. пост. НКТ СССР от 11/IV 1930 г., № 150).

13. Все производственные процессы по приготовлению шихты (дробление, просеивание, взвешивание, смешивание, передача из аппарата в аппарат, загрузка в приемные отверстия ванн печей) — должны быть механизированы. Перемешивание лопатами составов, содержащих мышьяковые, свинцовые или баритовые соединения, воспрещается. Это запрещение не распространяется на заводы, изготовляющие оптическое стекло.

54. В случае применения мышьяка или свинцовых соединений, уборка составной должна производиться в респираторах ежедневно с особой тщательностью, чтобы в помещении вовсе не оставалось пыли, грязи, сырости или веществ, способных к загниванию.

Некоторые указания по охране труда при работах с мышьяком имеются в «Правилах о мерах безопасности работ в производствах минеральных солей и некоторых кислот» (утв. НКТ 10/IV 1922 г.).

3. Рабочий день лиц, работающих в производстве мышьяковых препаратов (все стадии производства), у реакционных котлов, в производстве нитрита, у печей для получения сернистого натрия, у горшков в производстве едких щелочей и у дозоров, — не должен превышать 6 часов в сутки. Сверхурочные работы для вышеуказанных лиц не допускаются.

18. Укупорка мышьяковых солей должна производиться в помещениях, изолированных от рабочих помещений и усиленно вентилируемых.

Терапия. Симптоматическая.

Литература

1. Eulenberg, Lehre von den schädlichen u. giftigen Gasen, S. 410, 1865.
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 526.

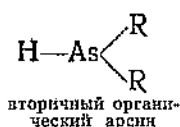
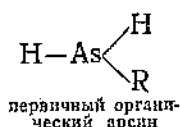
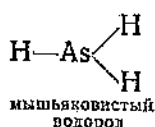
Органические соединения мышьяка

Описанное уже Бунзеном и другими чрезвычайно сильно раздражающее действие органических соединений мышьяка было во

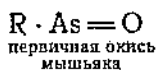
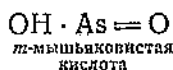
* Сокращенный рабочий день по вредности в настоящее время регулируется пост. НКТ СССР от 10/XI 1928 г. за № 643 («Изв. НКТ», 1928 г., № 51—52).

время мировой войны подробно исследовано и использовано для военных целей.

Органические соединения мышьяка являются производными мышьяковистого водорода



Отличающиеся особо сильным раздражающим действием органические окислы мышьяка могут также рассматриваться, как производные мышьяковистой кислоты:



Это относится также и к органическим галогенным соединениям мышьяка.

Общий характер токсического действия. Большинство универсальные клеточные яды с более или менее сильно выраженным местным раздражающим действием.

Механизм действия. Нарушение жизненно важных процессов обмена веществ в клетке, вероятно вследствие внутриклеточного отщепления мышьяковистой кислоты (умерщвление клетки мышьяком).

В самых незначительных концентрациях многие из этих соединений вызывают тяжелые воспалительные явления и некрозы пораженных областей: они действуют на дыхательные пути, легкие, глаза и кожу и вызывают тяжелые капиллярные повреждения, ложные пленки в трахее, острый токсический отек легких, воспаление соединительных оболочек глаз, некроз эпителия ротовой оболочки, а также более или менее сильное воспаление кожи.

Раздражение чувствительных нервов превышает по силе действия большую часть до сих пор известных соединений мышьяка. Раздражение распространяется не только на пораженную в первую очередь слизистую оболочку дыхательных путей, но и на область так называемых «придаточных полостей»: набухание слизистой оболочки вызывает боли зубов и челюстей, давление в лобной полости и ушах. Боли, распространяющиеся из области груди до верхних конечностей, при других раздражающих веществах в такой степени почти не наблюдаются.

Далее характерным для органических соединений мышьяка является их «последствие»: первоначальное раздражение значительно углубляется и усиливается через некоторое время. В некоторых случаях наступает также волнообразно переходящее, переменное усиление и ослабление раздражения.

Резорбтивное действие обнаруживается у более летучих низших алифатических соединений; при высокомолекулярных соединениях мышьяка оно наблюдается при вдыхании относительно большого количества вещества, или при поражении большого участка кожи

Название	Формула	Уд. в.	Темп. пл.	Темп. кип.	Прочие свойства	Действие	При вдыхании в течение 1 мин. для человека непереносимо при концентрации в 1 мг
Метиларсин	$\text{CH}_3 \cdot \text{As} \cdot \text{H}_3$			2°		Никакого раздражения	больше 5 мг
Метиларсиноксид	$\text{CH}_3 \cdot \text{As} \cdot \text{O}$	2,48	93°			Сильное раздражение, постепенно усиливающаяся головная боль, слабый яд	
Метилдихлорарсин	$\text{CH}_3 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}_2$	1,84	—59°	136°	При 20° летуч. ок. 75 г/м ³	Сильное раздражающее и токсическое действие. Значительное последствие	25 мг
Метилдибромарсин	$\text{CH}_3 \cdot \text{As} \cdot \text{Br}_2$			170°		Раздражающее и токсическое действие значительно слабее, чем при метилдихлорарсине	30—40 мг
Метиларсинсульфид	$\text{CH}_3 \cdot \text{As} \cdot \text{S}$	около 2,15	около 110°			Совсем слабое раздражающее действие и только после очень длительного латентного периода сильное токсическое действие	
Метиларсиндисульфид	$\text{CH}_3 \cdot \text{As} \cdot \text{S}_2$	около 2,0		188° (5 мм)	При комнатной темпер. едва летуч	Раздражающее действие гораздо слабее, чем у моносульфида. Очень сильно ядовит	45 мг
Диметиларсиноксид (окись какодила)	$(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{As} \begin{array}{c} \diagup \text{O} \\ \diagdown \end{array} \text{As}$ $(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{As}$	1,46 (при 15°)	—25°	120°		Сильное раздражающее и токсическое действие. Более ядовит, чем метиларсиноксид, но слабее, как раздражающее вещество. Мыши переносят 20-минутное вдыхание концентрации в 0,3 мг/л	
Хлористый какодил	$(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}$	>1		107°	Вода гидролизует в окись	Сильное раздражение с головной болью. Последствие сравнительно незначительно. У мышей 15-минутное вдыхание концентрации в 1,5	30 мг

Бромистый какадил	$(\text{CN}_2)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{Br}$	130°	На воздухе окисляется	15 мг	мг/л может быть смертельно. Кошки переносят 0,15 мг/л в течение 20 мин.; 40-минутное вдыхание ведет к смерти через несколько недель
Цианистый какадил	$(\text{CN}_2)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{CN}$	33° 1,43	Водюю немедленно гидролизуется. Летучесть относительно высокая	20 мг	Меньшее раздражение, чем при хлористом какадиле. Действие у мышей почти такое же как при последнем. У кошек действие не много слабее
Роданистый какадил	$(\text{CN}_2)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{SCN}$	92° (15 мл)	Гидролизуется труднее цианида		Сильное раздражающее и ядовитое действие. Последствие незначительно. У животных при более высоких концентрациях тяжелой общей паралич, зависящий от циан-группы (резорбтивная токсичность). При концентрации выше 0,9 мг/л попутное вдыхание 0,6 мг/л вызывает смерть через несколько дней. Кошки: 20-минутное вдыхание 1,5 мг/л уже смертельно. 5-минутное вдыхание 0,9 мг/л вызывает смерть через много дней. Собаки: 20-минутное вдыхание 0,3 мг/л ведет только к заболеванию. 8-минутное вдыхание 1,3 мг/л ведет к смерти через несколько дней
Треххлористый какадил	$(\text{CN}_2)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}_3$	50°			Такое же сильное действие, как у цианида. Не обладает значительным последствием. Только при более значительных концентрациях наблюдаются параличи и помутнение роговиц. 60-минутное вдыхание 0,015 мг/л кошкам переносится; 5-минутное вдыхание 0,15 мг/л ведет к смерти через много дней
					Обладает только слабым раздражающим и токсическим действием (пятивалентный мышьяк)

Продолжение

Название	Формула	Уд. в.	Темп. пл.	Темп. кип.	Прочие свойства	Действие	При вдыхании в течение 1 мин. для человека непереносимо при наличии в 1 м ³
Каколикрибид	$\begin{array}{c} \text{C} \cdot \text{As} \cdot (\text{CH}_3)_2 \\ ||| \\ \text{C} \cdot \text{As} \cdot (\text{CH}_3)_2 \end{array}$			84,5° (15 мм)		Особым раздражающим действием не обладает. Слабо, но неприятно пахнущее, умеренно ядовитое вещество	
Этиларсениоксид	$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{As} : \text{O}$			139° (1 мм)	Очень слабая летучесть	Сильное раздражающее и токсическое действие; значительное последствие	5—7 м ³
Этилдихлорарсин	$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}_2$	1,68		156°	Летучесть при 21,5° ок. 22 г/м ³	Сильное раздражающее и ядовитое действие, значительное последствие (см. соотв. главу)	8—17 м ³
Этилдибромарсин	$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{As} \cdot \text{Br}_2$					Раздражающее действие слабее, чем у хлорида; токсичность приблизительно такая же	
Диэтиларсин	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{H}$					Никакого раздражающего действия (см. соотв. главу)	
Диетилхлорарсин	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}$					Сильное раздражающее и ядовитое вещество, приблизительно одинаковое с хлористым какодидом	
Диметиларсинэтилсульфид	$(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{S} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$			131°		Слабое раздражающее вещество с неприятным запахом, сильно ядовито	
Изоамилдихлорарсин	$\text{C}_5\text{H}_{11} \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}_2$			191° (15 мм)		Раздражающее и ядовитое действие слабее, чем у этиловых соединений	
β-Хлорвинилдихлорарсин (люизит)	$\text{CHCl} : \text{CH} \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}_2$			190°	Летучесть при 20°: 2300 г/м ³	Сильное раздражающее и ядовитое действие (см. соотв. главу)	

β -Дихлордивинил- хлорарсин	$\text{CHCl}:\text{CH} \begin{array}{c} \text{As} \cdot \text{Cl} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CHCl}:\text{CH} \end{array}$	113° (11 мм)	Сильное раздражающее и токсическое действие; последнее сильнее, чем при дихлориде (см. соотв. главу)	1 мг
Трихлордивиниларсин	$(\text{CHCl}:\text{CH})_3 \cdot \text{As}$	138° (12 мм)	Почти не обладает никаким действием (см. соотв. главу)	
Фениларсин	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{As} \cdot \text{H}_2$	148°	Токсичность сравнительно незначительна	
Фениларсинпексид	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{As}:\text{O}$	120°	Очень сильное раздражающее действие, большой латентный период; в значительной степени ядовит	16 мг
Фенилдихлорарсин	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}_2$	253°	Сильное раздражающее и ядовитое действие; значительное последствие	
Фениларсинимид	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{As}:\text{NH}$	291°	Никакого раздражения, незначительная ядовитость	
Дифенилхлорарсин	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{Cl}$	337° (разл.)	Сильное раздражающее действие, при более высоких концентрациях, также и ядовитое действие (см. соотв. главу)	1—2 мг
Дифенилцианарсин	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2 \cdot \text{As} \cdot \text{CN}$	30°	Сильное раздражающее действие, при более высоких концентрациях, также ядовитое действие (см. соотв. главу)	0,25 мг
Дифениларсинпексид	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2 \cdot \text{As} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$ $(\text{C}_6\text{H}_5)_2 \cdot \text{As}$	250°	Сравнительно незначительное раздражающее и ядовитое действие	
Фенарсазинхлорид (адамсит)	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{As} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{N} \text{---} \text{H} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array}$	193°	Сильное раздражающее действие, ядовитое действие сравнительно незначительно (см. соотв. главу)	

Это действие вполне соответствует известной картине отравления мышьяком. Оно отступает на второй план по сравнению с раздражающим (местным—ред.) действием органических соединений мышьяка.

Алифатические арсины по своему действию очень сходны между собой. Соединения какодила имеют характерный сильный, чрезвычайно неприятный запах. Высшие алифатические соединения обладают большей частью слабым, а некоторые фруктовым запахом. Введение серы ослабляет повидимому раздражающее действие. Замена трехвалентного мышьяка пятивалентным снижает действие яда.

Первичные ароматические арсины характеризуются вообще неприятным запахом. Вторичные соединения, и между ними главным образом ароматические, производят особо сильное действие на слизистую оболочку. Третичные гораздо менее ядовиты; некоторые из них имеют неприятный запах.

Арилмышьяковистая и диарилмышьяковистая кислоты не обладают раздражающим действием и не могут быть рассматриваемы как ингаляционные яды, каковыми в большей или меньшей степени являются их эфиры.

Ядовитое действие ароматических соединений мышьяка слабее алифатических. В приведенной выше таблице перечисляются исследованные во время мировой войны органические соединения мышьяка. Те из них, которые применялись или будут применяться на практике, рассматриваются также отдельно.

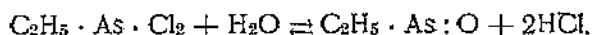
Этилдихлорарсин («ди»)»

Формула: $C_2H_5 \cdot As \cdot Cl_2$. Мол. в.: 174,92.

Получение. Действием сернистого газа на этилмышьяковокислый натрий и дальнейшим действием концентрированной соляной кислоты на образовавшийся этиларсенноксид.

Свойства. Бесцветная жидкость с фруктовым запахом. Уд. в. 1,68. Темп. кип. 156° ; растворяется в органических растворителях, мало в воде.

При избытке воды гидролизуетя:



Летучесть при $21,5^\circ$ около 22 г/м³, или 22 мг/л. Вес литра пара 7,27 г.

Возможности отравления. Употреблялся во время мировой войны как боевое отравляющее вещество, большую часть в смеси с другими боевыми отравляющими веществами.

Общий характер токсического действия. Клеточный яд с одновременным сильным раздражающим действием на слизистую оболочку и кожу.

Явления отравления

1. У животных. Сильное раздражение всех слизистых оболочек, быстрое развитие одышки, затем насморк и бронхит, при соответственно высоких концентрациях смерть. На вскрытии: геморрагический отек легких, гнойная бронхо-пневмония, в трахее ложные пленки.

Действие на отдельные виды животных ¹

Виды животных	м.м ³ жид- кости в м ³	мг/л	Части пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспози- ция	Действие
Мыши	{ 200 300	0,34 0,5	50 70	15 мин. 15 "	переносимо при известных усло- виях уже смертельно
Кошки	50	0,084	12	{ 20 " 40 "	заболевание, затем выздоровление заболевание, смерть через 19 дней
Собаки	400	0,67	100	{ 10 мин. 20 "	заболевание, затем выздоровление тяжелое заболевание, смерть через 3 дня

2. У людей. Чувствительность к раздражению несравненно больше, чем у животных.

Раздражающее действие у человека ¹

м.м ³ жид- кости в м ³	мг/м ³ (прибли- зит.)	Части пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
0,1	0,17	0,024	5 мин.	запах еще не ощущается, от- сутствие раздражения
0,5	0,85	0,12	5 "	запах ощущается, легкое раз- дражение в носу
1,0	1,7	0,24	5 "	сильное раздражение в носу и глотке
5,0	8,5	1,2	5 "	усиливающееся раздражение; последствие до 24 час.
20,0	34,0	4,8	только не- сколько вдыханий	непереносимо; длительное по- следствие с астматическими симптомами; в следующую ночь часто чувство стеснения (в груди)
3—4	5—7	0,7—1,0	1 мин.	граница переносимого

Более продолжительное вдыхание пара вызывает у человека та-
кие же повреждения органов дыхания, как и у животных ².

м.м ³ жид- кости в м ³	мг/л	Части пара на миллион (см ³ /м ³)	Действие
8	0,014	2	в течение нескольких минут де- лает небоеспособным
20	0,035	5	после вдыхания в течение 1—2 мин. наблюдаются ясные поражения органов дыхания

На человеческой коже пары этилдихлорарсина вызывают красноту
и воспаление. Несравненно сильнее действие жидкого вещества.

Минимальная действующая на кожу доза равна 1—2 мг/см².

Она вызывает через 24 часа легкую красноту и жжение. При 5 мг выступает уже через 15 мин. краснота, через 3—4 часа наблюдается отечность и образование пузырьков. Заживление наступает без вторичной инфекции в течение одной недели. Особенно тягостны поражения этилдихлорарсином под ногтями пальцев.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 541 (1921).
2. Meyer, Der Gaskampf. S. 385, 1925 (рус. пер., ГИЗ, 1927).
3. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. P. 71, 1925 (рус. пер., изд. „На Вappi“, 1932).

Дополнительная литература

Hederer Ch. et Istin M., L'arme chimique et ses blessures. Paris, 1935.
Lustig, Effetti dei gas di guerra, Milano, 1934.

Диэтиларсин

Формула: $(C_2H_5)_2As \cdot H$. Мол. в.: 134,05

Получение. Образуется при действии плесневого грибка *Penicillium breviscaule* на содержащую мышьяк питательную среду, как например окрашенные обои¹. Вопрос этот является спорным² (см. «Мышьяковистый водород»).

Явления отравления похожи обычно на легкие хронические отравления мышьяком, характеризующиеся неопределенными нервными явлениями и расстройствами пищеварения. В одном остром, но не смертельном случае, симптомы обнаружили через 9 час. после отравления и главным образом выражались в расстройствах пищеварительного тракта³.

Литература

1. Gosio, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 30, 1024 (1897).
2. Emmerling, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 30, 1026 (1897).
3. Kunz-Krause, Vrljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, 61, 16 (1921).

Хлорвиниларсины (люизит)

Получение, формулы и свойства. Получается из ацетилена и треххлористого мышьяка в присутствии хлористого алюминия. При этом получают три различных соединения, отделяемые друг от друга фракционной перегонкой:

β -Хлорвинилдихлорарсин (А-люизит) $CHCl:CH \cdot As \cdot Cl_2$, мол. в. 207,36; уд. в. при 20° 1,92; темп. кип. 190°; темп. замерзания —13°; летучесть при 20° 2,3 мг/л, при 40° 15,6 мг/л. Вес литра пара 8,62 г.

β - β' -Дихлордивинилхлорарсин (В-люизит) $(CHCl:CH)_2As \cdot Cl$, мол. в. 233,37; темп. кип. 113° при давлении 11 мм. Вес литра пара 9,71 г.

β - β' - β'' -Трихлортривиниларсин (С-люизит) $(CHCl:CH)_3As$, мол. в. 259,39; темп. кип. 138° при давлении 12 мм, темп. замерзания 13°. Вес литра пара 10,79 г.

Все три соединения — легкие, маслянистые, в чистом состоянии бесцветные, но скоро темнеющие жидкости. Обладают характерным запахом, напоминающим запах герани; легко гидролизуются; растворяются в органических растворителях. Щелочами разлагаются с образованием ацетилена.

Возможности отравления. β -Хлорвинилдихлорарсин был изготовлен американцами для военных целей, но не был применен. Многочисленные сообщения о его действии, вроде того, что двенадцати

бомб этого «сверхгаза» или «росы смерти», брошенных с аэроплана, достаточно для уничтожения жизни таких городов, как Берлин или Чикаго, считаются специалистами, и в том числе Габером, преувеличенными.

Первичное соединение β -хлорвинилдихлорарсин названо по имени его американского автора (W. Lee Lewis) люизитом. Все три соединения впрочем были изготовлены и исследованы в Германии уже во время мировой войны.

Общий характер токсического действия. Люизит является раздражающим веществом для всех слизистых оболочек, а также и для кожи тела. Первичное соединение обладает более сильным раздражающим действием; вторичное более сильным общим действием, а третичное почти не действует вовсе*.

Явления отравления

У животных. У собак вдыхание первичного соединения, собственно люизита, вызывает сильное раздражение слизистой оболочки глаз и носа, слюнотечение, рвоту, кашель. По мнению Веддера³ 30-минутное вдыхание концентрации в 0,048 мг/л, или 5,8 частей пара на миллион, смертельно. Смерть наступает, большей частью, через 3—5 дней; если животное переживает это время, то можно надеяться на выздоровление. Вскрытие обнаруживает гнойное воспаление всех дыхательных путей до мелких бронхов.

На коже пары люизита вызывают раздражение, отек и образование пузырьков. У животных по Веддеру концентрация в 0,344 мг/л, или 41,5 частей пара на миллион, вызывает образование пузырей. Несравненно сильнее действует на кожу жидкий люизит. Поражения кожи по мнению Ровида² появляются раньше и протекают тяжелее, чем при дихлордиэтилсульфиде, и медленнее также излечиваются. В действительности же поражения кожи люизитом, быстрее наступая, быстрее и излечиваются.

Резорбтивное действие яда через кожу также имеет место. Равным образом вдыхание паров люизита, нанесенного на кожу, может вызвать смертельное поражение легких. Нанесение на кожу 0,01 см³ люизита убивало морскую свинку в течение 5 часов. Обезьяна погибла через 5 час. после нанесения 0,28 см³. В этих случаях обнаружены сильные поражения легких² **.

Терапия. Лечение поражений легких такое же, как при других раздражающих веществах; при поражении кожи рекомендуется после предварительного промывания кожи 5%-ным раствором едкого натра для разложения люизита прикладывать пасту из 6 частей гидрата окиси железа и 1 части глицерина (последняя мало эффективна — ред.).

Литература

1. Hanslian, Chem. Krieg. 2 Aufl. S. 60. 1928.
2. Rovid, Arch. Farmacologia sperim. 80, 5 (1926); 83, 101 (1929).
3. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. P. 157. 1925 (рус. пер., изд. „На Варті“, 1932).

* Вторая и третья фракции (В- и С-люизит) обладают по сравнению с первой (А-люизит) значительно меньшими кожными и общетоксическими свойствами. Ред.

** Поражения легких (полнокровие, отек и т. д.) при кожном нанесении люизита могут иметь место не только вследствие вдыхания паров вещества, но и вследствие его резорбции через кожу. По данным Бюшера нанесение на кожу человека 1,4 см³ люизита не сопровождалось резко выраженной картиной общей интоксикации. Ред.

Дополнительная литература

- Социальный, Токсикология боевых отравляющих веществ, Гос. изд. колл. и совх. лит., 1933.
 Büscher H., Grün- und Gelbkreuz, Hamburg, 1932.
 Héderer Ch. et Istlin M., L'arme chimique et ses blessures, Paris 1935.
 Lustig, Effetti dei gas di guerra, Milano 1934.
 Черкес, Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, Госмедиздат СССР (1936).

Дифенилхлорарсин

Формула: $(C_6H_5)_2 : As \cdot Cl$. Мол. в.: 264,50

Получение. Полученная из хлористого фенилдиазония и мышьяковистокислого натрия фенилмышьяковая кислота восстанавливается сернистым ангидридом до фенилмышьяковистой кислоты. Эта последняя, соединяясь с хлористым фенилдиазонием, обращается в дифенилмышьяковую кислоту, которая, в свою очередь, при действии сернистого ангидрида и соляной кислоты образует дифенилхлорарсин.

Свойства. Бесцветная кристаллическая масса; темп. пл. $42,8^\circ$, темп. кип. 327° (с разложением). Уд. в. 1,583 (при 40°). Легко растворяется в органических растворителях; вода быстро гидролизует вещество. Летучесть незначительна; при 20° она равна $0,35 \text{ мг/м}^3$. При нагревании дифенилхлорарсин переходит в чрезвычайно мелкодисперсный дым, отдельные частички которого имеют в диаметре от 10^{-4} до 10^{-5} см .

Возможности отравления. Применялся во время мировой войны со стороны Германии как боевое отравляющее вещество (ОВ) («синий крест»); проникал через противогазы (тогдашнего времени—ред.), что заставляло противника их снимать, оставаясь беззащитным против одновременно употреблявшихся других ОВ.

Общий характер токсического действия. Чрезвычайно сильное раздражающее вещество для всех слизистых оболочек, особенно для дыхательных путей; в меньшей степени также и для кожи тела.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. У кошек появляется сильное раздражение слизистых оболочек. Развиваются конъюнктивит и катарр верхних дыхательных путей. Из носа появляются обильные выделения, отчасти гнойные. Животные кашляют и сильно худеют. Смерть наблюдалась уже после вдыхания сравнительно незначительных концентраций: 24-минутное вдыхание $0,07 \text{ мг/л}$ вело к смерти через 9 дней. Вскрытие показывало всегда гиперемии легких, а также кровоизлияния в желудочно-кишечном канале.

Более стойки собаки: 40-минутное вдыхание концентрации в $0,28 \text{ мг/л}$ вызывало у них тяжелое заболевание, но через 3 недели наступало выздоровление; однако при 50—60-минутном вдыхании той же концентрации смерть наступала через 2—4 дня.

Еще более стойкими являются обезьяны; концентрации, вызывающие у собак тяжелые заболевания и даже смерть, вызывали у обезьян с весом тела $2\frac{1}{2}$ —3 кг только легкие переболевания с выздоровлением в продолжение одной недели.

2. У человека. Человек значительно чувствительнее к раздражающему действию дифенилхлорарсина. Смотря по концентрации, явления раздражения наступают через несколько секунд, при известных условиях через минуту, а самое позднее через $\frac{1}{2}$ часа.

Небольшие количества вызывают при непродолжительном вдыхании раздражение слизистых оболочек сначала носа, потом глотки и более глубоких дыхательных путей, а также конъюнктивы глаз. Через несколько минут развивается «последствие». Явления раздражения в носу и глотке усиливаются, даже после удаления из атмосферы ОВ. Появляются обильные выделения из носа, рта, глотки и бронхов, кашель, позывы на рвоту и тошнота. Вследствие распространения действия на так называемые придаточные полости носа в них припухает слизистая оболочка, что сопровождается болями в области лба, чувством давления во всей голове и ушах, а также болями в челюстях и зубах.

При более продолжительном вдыхании явления раздражения усиливаются. К ним присоединяются боли в области грудины, сильное удушье и чувство страха.

Явления раздражения после однократного непродолжительного вдыхания достигают высшей степени через 6—12 мин. Они прекращаются через $\frac{1}{2}$ —2 часа. Через один и самое позднее 2 дня полностью возвращается работоспособность.

Вдыхание более высоких концентраций вызывает почти всегда сильную и продолжительную рвоту. Вследствие проникновения вещества в более глубокие дыхательные пути сильные боли рефлекторного характера распространяются на другие части тела, а именно в спину и руки. Но явления эти исчезают бесследно сравнительно скоро, иногда уже через $\frac{1}{2}$ часа.

Высокие концентрации вызывают тяжелые, при известных условиях смертельные поражения верхних дыхательных путей и легких с сильнейшей одышкой. Затем наблюдается резорбтивное действие вещества на желудок, кишки, а также на нервную систему, развивается гастро-энтерит, неуверенная походка, качание, неспособность стоять; при этом отмечаются сильные боли в членах и суставах.

Очень высокие концентрации могут вести за собой кроме того оглушение, обмороки, бессознательное состояние в течение нескольких часов.

Действие на глаза незначительно; чаще всего имеет место доброкачественное, быстро проходящее воспаление их слизистых оболочек.

На коже в тяжелых случаях могут наблюдаться (как максимум) краснота и отечность с очень тягостными ощущениями; через несколько недель и месяцев они могут повторяться.

Ненормально повышенная чувствительность к веществу при этом бывает довольно часто. После однократного отравления раздражение даже незначительными следами вещества может вызвать поражение кожи. На известных участках кожи, главным образом нижних конечностях, могут при этом наблюдаться нарушения чувствительности.

Кристаллический дифенилхлорарсин (в неочищенном виде обыкновенно жидкость) при нанесении на кожу вызывает образование пузырей.

Порог токсического действия для слизистой оболочки губы равняется по мнению Штрэггольда³ $0,12 \text{ мг/см}^2$; а $0,15 \text{ мг/см}^2$ уже вызывают воспаление. На предплечьи первые симптомы появляются при $0,05 \text{ мг/см}^2$; более сильное раздражение и боль наблюдаются лишь при $0,5 \text{ мг/см}^2$.

Одноминутное вдыхание концентрации в $0,001$ — $0,002 \text{ мг/л}$ для нормального человека может уже стать непереносимым; $0,001 \text{ мг/л}$

делают его в несколько секунд неспособным к работе или к бою; 0,01 мг/л вызывает тошноту; концентрация в 2,16 мг/л, вдыхаемая 1—2 мин., ведет к определенным поражениям дыхательных путей.

б) Хроническое действие. У рабочих, занимающихся производством дифенилхлорарсина, наблюдались воспаление соединительных оболочек, светобоязнь, легкая утомляемость при чтении, затем покраснение и опухание лица и век, вообще повышенная чувствительность кожи к парам вещества (см. выше), но, с другой стороны, констатировалось также и некоторое понижение индивидуальной чувствительности: в отдельных случаях рабочие могли проводить месяцы в помещениях, где большинство рабочих после минутного пребывания уже чувствовали невыносимое раздражение.

Терапия. Покой, свежий воздух, перемена платья; полоскание носа и глотки борным раствором и раствором поваренной соли. Вдыхание паров смеси из 40% спирта, 40% хлороформа, 20% эфира, 5—10 капель аммиака. Против жжения в глотке — ментоловый глицерин. Против головной боли антинеуралгические средства, иногда морфий; при нервных расстройствах покой в течение нескольких дней⁴. Ингаляция разведенных паров хлора как будто немедленно устраняет раздражение¹. Против зуда кожи: ихтиол, анестезин, ментол и др.

Литература

1. Duncan, Walton a. Eldridge, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 35, 241 (1929).
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 550 (1921).
3. Strughold, Ztschr. f. Biologie 78, 195 (1923).
4. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, 1925 (рус. пер., изд. „На Варті“, 1932).

Дополнительная литература

- Héderer Ch. et Istin M., L'arme chimique et ses blessures, Paris 1935.
Lustig, Effetti dei gas di guerra, Milano 1934.
Черкес. Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, Госмедиздат СССР (1936).

Дифенилцианарсин

Формула: $(C_6H_5)_2 : As \cdot CN$. Мол. в.: 255,05

Получается из дифенилхлорарсина (ДХА) действием цианистого натрия.

Свойства. Кристаллическая бесцветная масса. Запах одновременно чеснока и синильной кислоты. Темп. пл. 30°; уд. в. 1,45. Трудно растворяется в воде, гидролизуеться незначительно. Летучесть еще меньшая, чем у ДХА: при 20° она равна только 0,1 мг/м³. Как и ДХА легко превращается в дым.

Возможности отравления. Как и при ДХА.

Общий характер токсического действия. Такой же, как при дифенилхлорарсине, но раздражение более сильное и длительное.

Явления отравления

1. У животных. В общем, как при ДХА.
2. У человека¹. 0,005 мг/м³ уже ясно ощущается по запаху; 0,01 мг/м³: через 20 сек. наступает уже слабое, а через 1 мин. более сильное раздражение, которое переносится в течение 10 мин. 0,05 мг/м³ через 35 сек. вызывает постепенно усиливающееся раздражение, которое переносимо в течение 5—10 мин.

0,1 мг/м³ вызывает раздражение через 10 сек.; переносимо только в течение 2—5 мин.

0,25 мг/м³ раздражение наступает через 5—10 сек. Выносимо только в течение 1—2 мин. Эта концентрация является максимально переносимой человеком.

1,0 мг/м³ через 1/2—1 мин. непереносимо.

2,5 мг/м³ едва переносимо в течение одного вдыхания; немедленное раздражение и боли в груди.

По Веддеру² вдыхание концентрации в 0,001 мг/л в течение нескольких секунд делает человека небоеспособным; 1—2-минутное вдыхание 2,8 мг/л вызывает определенное поражение органов дыхания.

Терапия. Как при ДХА.

Литература

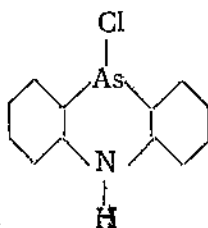
1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 550 (1921).
2. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, 1925 (там литература) (рус. пер., изд. „На Варті“, 1932).

Дополнительная литература

Lustig, Effetti del gas di guerra. Milano, 1934.

Дифениламинхлорарсин (Адамсит, фенарсазинхлорид)

Формула: $(C_6H_5)_2NH \cdot AsCl_2$



Мол. в.: 277,50

Свойства. В чистом виде канареечно-желтая кристаллическая масса. Темп. пл. 193°. Темп. кип. 410° (с разложением). Мало растворяется в обыкновенных органических растворителях. Технический продукт имеет темнозеленую или коричнево-желтую окраску.

Возможности отравления. Англичане предполагали применить его как боевое ОВ, однако он не был применен.

Общий характер токсического действия. Сходен по действию с дифенилхлорарсином (ДХА).

Явления отравления. При кратковременном действии раздражение при адамсите слабее, чем при ДХА; при высоких концентрациях действие его по силе одинаково с действием ДХА, но более продолжительно, при низких концентрациях действие продолжительнее и сильнее.

Концентрация в 0,012 г/30 м³, или 0,4 мг/л, для животных будто бы смертельна.

Литература

- Hanslian, Chem. Krieg. 2 Aufl., S. 59, 1928.
Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. P. 175. 1925 (рус. пер., изд. „На Варті“, 1932).

Дополнительная литература

Черкес, Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, Госмедиздат УССР (1936).

Сахаров, Патология, клиника и терапия поражений боевыми отравляющими веществами, Бисмедгиз, М. (1937).

Группа сурьмы

Сурьма вызывает при вдыхании ее в виде пара или пыли местное раздражение и кроме того обладает резорбтивным токсическим действием, что может зависеть от одновременного попадания вещества в пищеварительный канал.

Сурьмянистый водород действует качественно в значительной степени, как мышьяковистый водород, а именно как яд обмена веществ и кровяной яд.

Органические стибины в общем действуют аналогично соответствующим арсинам.

Сурьма

Формула: Sb. Мол. в.: 121,8

Свойства. Вещество металлического вида, оловянно-белого цвета с сильным блеском, кристаллического пластинчатого строения. Уд. в. при 16° 6,715. Темп. пл. около 630°. Темп. кип. 1325°; при температуре выше 1437° наблюдается обильное парообразование. Литр пара весит 5,06 г. При нагревании на воздухе происходит сгорание в белый без запаха дым трехоксида сурьмы Sb_2O_3 .

Возможности отравления. При плавлении старого металла; при изготовлении таких сплавов, как типографский металл (в среднем около 60% свинца, 25% сурьмы и 15% олова), гартблей (с 3% сурьмы), британский металл (90—92% олова, 0,3% меди, 8—9% сурьмы) и т. д. В словолитнях, типографиях, на металлургических заводах и т. д.

Общий характер токсического действия. Пары сурьмы вызывают местное раздражение и кроме того обладают общим действием, вероятно частично вследствие одновременного попадания и всасывания через пищеварительный канал. Возможно, что эти явления зависят также от трехоксида сурьмы (см. выше).

Явления отравления. Чувство стеснения в груди, кашель, припухание шейных желез, расстройства желудка и кишечника, пустулезные высыпи, особенно на мошонке, затрудненное мочеиспускание, ослабление полового чувства¹, эозинофилия, нервные явления самого различного характера. Зейтц⁴ не обнаружил в словолитнях паров сурьмы рядом с наиболее нагреваемыми котлами; с другой стороны, он обнаружил пыль сурьмы, несмотря на ее тяжелый вес, в значительном отдалении от этих котлов. Проникновение в организм этой пыли главным образом имело место через органы пищеварения. На это указывает и Шрумпф², который временами находил сурьму в кале заболевшего словолитчика, находившегося под его наблюдением.

Литература

1. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 206, 1929.
2. Schrumpt, Strassburger Med. Ztg. 1910, № 5.
3. Schrumpt und Zabel, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 63, 242 (1910).
4. Seitz, Münch. med. Wchschr. 1923, 1501.

Сурьмянистый водород

Формула: SbH_3 . Мол. в.: 124,82.

Получение. Сурьмянистый водород выделяется при действии охлажденной разведенной соляной кислоты на сплав, состоящий из

33% сурьмы и 67% магния. Очищается он при сгущении его жидким воздухом и фракционной перегонкой⁵.

Свойства. Бесцветный газ, с удушливым запахом, слегка напоминающим запах сероводорода, но ясно отличающимся от запаха мышьяковистого и фосфористого водорода. Обладает неприятным вкусом. Литр газа весит 5,19 г. Темп. кип. — 18°. Растворим в 5 объемах воды, а также в алкоголе, эфире, бензоле. Разлагается на воздухе уже при обыкновенной температуре.

Возможности отравления. При получении хлористой сурьмы, при воронении стали, при очистке типографского металла едким натром².

Общий характер токсического действия. Вероятно яд, действующий на центральную нервную систему. In vitro наблюдался гемолиз и образование метгемоглобина⁵.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Мыши⁵:

Объемные %	мг/л (при- близит.)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
—	—	нераз- веденный	—	мгновенная смерть
1	50	10 000	несколько секунд	смерть
0,1	5	1 000	2 мин.	через 1/2 мин. судороги и паралич, смерть
0,01	0,5	100	1 3/4 часа	быстро развивается одышка, смерть при судорогах
0,01	0,5	100	20 мин.	смерть через несколько дней

В крови отравленных животных изменения не были характерными.

По Эйленбергу¹ кролики переносят концентрацию в 1%, или 10 000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 50 мг/л, в течение получаса без особых симптомов, если не считать ослабления дыхания и сердечной деятельности (вероятно нечистый газ или незначительная концентрация).

12 3/4-часовое пребывание кролика в токе воздуха, «насыщенного сурьмянистым водородом», вызывало с третьего часа одышку, через 5 час. понос; смерть наступила через 5 час. после окончания опыта. На вскрытии — геморрагический отек легких³.

Собаки. Вдыхание «воздуха с газом» (содержание газа в воздухе около 144 см³, что соответствует 0,72 мг; концентрация не указана) вызывало через 1/2—3/4 часа расстройство дыхания, упорную рвоту, часто кровавую, понос; сердечная деятельность вначале ускорена, позже замедлена. Смерть через 3—4 часа или 1—2 дня. На вскрытии легкие полнокровны, с единичными гнойными очагами⁴.

2. У человека. Головная боль, слабость, тошнота, замедленное дыхание, слабость пульса, который замедляется и иногда становится неправильным; понижение температуры, увеличенный диурез,

ясно выраженная эозинофилия^{2,5}. Явления со стороны нервной системы выражены слабее, чем при отравлении мышьяковистым водородом.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Кролики. Вдыхание в течение 20 дней ежедневно по 6 час. воздуха, «насыщенного сурьмянистым водородом», ведет с середины опыта к запорам, затем к поносам и наконец к смерти. На вскрытии — желтуха, кровоизлияния, жировое перерождение печени, почек, сердца и т. д.

Во всех органах можно определить наличие сурьмы³.

2. У человека. Наблюдений до сих пор не было.

Индикация. Смоченная раствором азотнокислого серебра фильтровальная бумага окрашивается в присутствии сурьмянистого водорода на периферии смоченных мест в темноту бурый или черный цвет, внутренняя часть смоченного места окрашивается в серый цвет или не окрашивается совсем. Аммиак окрашивает в черный цвет все пятно.

Определение. Воздух пропускается через раствор азотнокислого серебра. Выделившееся сурьмянистое серебро отфильтровывается и затем смешивается с сернистым аммонием; сурьма растворяется в виде соли сульфосурьмянистой кислоты и взвешивается как сернистая сурьма или четырехокись сурьмы.

Литература

1. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, 1865.
2. Hannon, Presse méd. 46 (1859); реферат в Schmidt's Jb. 106, 29 (1860).
3. Kibeler, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 27, 451 (1890).
4. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 206, 1929.
5. Stock, Guttmann u. Bergell, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 37, 893 (1904).

Дополнительная литература

- Carozzi, Antimone, Hygiène du travail № 144, Genève.
 Flury, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. 63, 243; 64, 361; 68, 186 (1910—12); 125, 87 (1927).
 Hamilton, Industrial poisons in the USA, New York (1925).
 Wieland u. Behrens, Antimon u. seine Verbindungen, в Heffters Handbuch d. exper. Pharmak. B. 3, T. 1, S. 533, Berlin 1927.
 White, Проф. поражения кожи, стр. 96, М. (1925).
 Лаговнер, Гигиена труда № 8 (1928).
 Памфилов (ред.), Пром.-сан. химия, стр. 148, Соцэкгиз (1931).
 Селицкий, Рус. вестник дерматологии № 9 (1927).

Треххлористая сурьма

Формула: SbCl_3 . Мол. в.: 218,18

Получение. Разложением сернистой сурьмы концентрированной соляной кислотой и последующей перегонкой.

Свойства. Кристаллическая масса. Темп. пл. 73° , темп. кип. 221° (754 мм). Вес литра пара 9,49 г. Очень гигроскопична, разлагается водяным паром, содержащимся в воздухе, с образованием хлорокисей и с выделением тумана соляной кислоты.

Возможности отравления. При протравке и воронении железа и стали.

Явления отравления. Разъедающее и раздражающее действие. Сильно зудящие высыпания на коже.

Сомнительно, вызываются ли эти явления только вдыханием вещества или пара треххлористой сурьмы. Помимо действия соляной кислоты вероятно имеет место проникновение через пищеварительный тракт, возможно также непосредственное действие на кожу. Возможно наконец отравление сурьмянистым водородом.

Органические соединения сурьмы

Образование летучих соединений сурьмы из материалов, содержащих сурьму, под влиянием плесневых грибов по мнению К на ф л-Л ен ц а невозможно.

Встречающиеся иногда на практике соединения триметилстибина и триэтилстибина кипят только при 100 или 158° и так легко окисляются, что воспламеняются на воздухе. Возможность хронического отравления такими летучими сурьмянистыми соединениями исключена.

Однако есть многочисленные органические сурьмянистые соединения, производящие сильное местное раздражающее действие, причем их действие похоже на действие мышьяка, как например фенил-дихлорстибин $C_6H_5 \cdot Sb \cdot Cl_2$ и дифенилхлорстибин $(C_6H_5)_2 \cdot Sb \cdot Cl$. Их практическое значение очень незначительно.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 566 (1921).
2. Knafl-Lenz, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 72, 224 (1913).

Группа углерода (простейшие соединения с кислородом)

Окись углерода CO — сильный кровяной-яд, вызывающий чрезвычайно многообразные повреждения во всем организме.

Углекислота CO₂ действует удушающе вследствие прекращения доступа кислорода, кроме того обладает наркотическим действием; одновременно является слабым раздражителем для кожи и слизистых оболочек.

Хлорокись углерода, фосген, COCl₂ — хлорангидрид угольной кислоты — обладает резко выраженным раздражающим действием на все отрезки дыхательного пути, особенно на легкие, которые могут тяжело повреждаться даже очень небольшими концентрациями.

Впрочем соединения углерода, в противоположность соединениям других металлоидов, не обладают общими характерными признаками.

Окись углерода

Формула: CO. Мол. в.: 28,0

Нахождение в природе. В вулканических газах, в природном газе и в шахтных газах угольных копей.

Окись углерода вместе с углекислотой имеется всегда там, где нагревается или сжигается уголь или углеродсодержащие вещества, так как едва ли имеется какой-нибудь горючий материал, который не мог бы стать источником выделения окиси углерода.

Получение. В чистом виде окись углерода получается при действии нагретой концентрированной серной кислоты на щавелевую кислоту или щавелевокислый аммоний при условии удаления одновременно образующейся углекислоты. В больших количествах окись углерода получается при пропускании углекислоты над нагретым углем.

Свойства. Бесцветный газ, со слабым запахом, немного напоминающим запах чеснока. Без вкуса. Плотность 0,967; литр окиси углерода весит 1,16 г. При температуре —191,6° окись углерода превращается в бесцветную прозрачную жидкость. В воде при 15° растворяется 0,025% объемн., а при 40° 0,018% объемн., лучше растворима в керосине (при 20° 0,12% объемн.). Горит синеватым пламенем.

Содержание окиси углерода в воздухе, дыме, газах и т. д.

	Содержание СО в объём- ных %	Литературные источники
Природный газ, американский	0,6	Цитрович, по Левину
Природный газ, кавказский	2—4	
Воздух в угольных копях:		Малер 1910
в среднем	0,002	
максимум	0,004	
Угар	0,1—0,2	Левин
Угар в помещениях	до 2,5	
Коксовальные газы, концентрированные	3—10	Грейф
Коксовальные газы в одной новостройке	до 0,03	
Коксовальные газы в плохо вентилируемом поме- щении	0,13—0,16	Бенедикенти 1900
Дым локомотива (итал. туннель)	до 3,6	
в среднем	1,9	
Воздух, содержащий дым, в железнодорожном туннеле через 3 часа после прохода поезда	0,1	
Воздух в железнодорожном туннеле (туннель Фультон, Америка)	0,0059	Зейдель и Мезерве
в среднем	до 0,0267	
Табачный дым	0,5—1,0	Армстронг 1922
Дым (пожар)	0,1—0,5	
Горящие газы копей	0,1—1,0	Левин
максимум	до 3	
Дым горящих киноленок (при недостатке воздуха)	26,3	
Горячий воздух * в буроугольных шахтах	1—2	
Светильный газ:		
из каменного угля	4—12	Левин
из бурого угля	3—8	
из торфа	9—30	
из минеральных масел и пр.	9—17	
из смолы	10—39	
из дерева	12—61	
Американский светильный газ	6—30 и больше	Гендерсон и Хаггард
Американский светильный газ — обычно	20—30	
Выхлопные газы		
автомобиль	3,5—7	Левин и др.
моторная лодка	5—6	
Выхлопные газы моторов	1—6	Гендерсон и Хаггард
максимум	до 12	
Воздух на магистральных улицах	до 0,01	Чанполлини 1924
Воздух на магистральных улицах (Нью-Йорк)	до 0,045	
Воздух в туннелях	до 0,05	
Допускаемый максимум в туннеле Нью-Джерси	0,04	
Воздух под автомобилем при холостом ходе мотора	0,04—0,06	
Воздух в гараже	0,05—0,2	
Газы доменных печей: кокшишниковые газы	24—31	
Водяной газ	25—41	

* См. стр. 615. *Ред.*

	Содержание СО в объем- ных %	Литературные источники
Генераторный газ		
из угля	22—26	
из дерева	до 34	
из кокса	33	
Полуводяной газ	23—26	
Газ Монда *	11,0	
Взрывные газы:		
Черный порох	3—9	Левин и По- пенберг 1909
Нитроцеллюлоза	46	
Динамит	34	
Тринитротолуол	5,7	
Пикриновая кислота	61	
Газ рудников после подрывов	0,01—0,05	
После взрыва гремучего воздуха **	0,5 —1,5	

См. также разделы „Горючие газы“, „Силовые газы“, „Взрывные газы“, „Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах“.

Возможности отравления. В домашних условиях отравления окисью углерода возможны при истечении светильного или отопительного газа *** из неправильно построенных или испорченных кухонных или ванн газовой печей.

То же может случиться при дефектах или негерметичности угольных печей, центрального отопления, каминов и при раннем закрывании печных заслонок. Особенно опасна обратная тяга дыма или отходящих газов вследствие конструктивных недостатков, при внезапной перемене погоды, быстром нагревании внешнего воздуха, с дальнейшим попаданием газов, содержащих окись углерода, в другие не отапливаемые помещения. Следует принять во внимание, что от вышеперечисленных причин отравления окисью углерода возможны в таких комнатах, где не происходит топки и где нет газовой сети. В том случае, когда окись углерода начинает распространяться по «неправильным путям», отравления могут иметь место в отдаленных местах. Такое передвижение газа возможно через шахты, погреба и т. д. Когда при разрыве труб газ попадает в помещения, не обладая совершенно запахом, благодаря фильтрации через почву и стены, опасность отравления для всех особенно велика.

Более или менее опасные расстройства здоровья могут иметь место в жилых комнатах при пользовании утюгами и различными приборами (для обогрева помещений), предназначенными для древесного угля.

Мало известной причиной отравления окисью углерода является неудовлетворительное (неполное) горение газовых горелок или

* Получается при газификации топлива путем обильного введения перегретого водяного пара. Ред.

** См. стр. 615. Ред.

*** Даже при применении безвредного, практически содержащего один метан, природного газа при охлаждении пламени возможно образование окиси углерода.

проскок пламени внутрь горелки. Последнее явление часто имеет место при зажигании или при слабой подаче газа и зависит от большой примеси воздуха. В таких случаях из горелок выделяется не только несгоревший газ, но и образующаяся при неполном горении окись углерода. Таким образом крайне важным является тот факт, что отравления окисью углерода возможны даже там, где газовые горелки горят и где вся газовая сеть герметична. Выделение газа кроме того часто имеет место там, где главный кран газовой сети неправильно завернут, а все маленькие краны оставлены открытыми, или когда давление газа становится настолько низким, что пламя горелок тухнет. Наибольшее количество смертельных отравлений окисью углерода наблюдается в спальнях, так как для спящих людей запах газа не является предостережением. При нетопленых спальнях окись углерода может часто попасть туда «неправильными путями». Очень опасными в смысле отравления являются также маленькие плохо вентилируемые ванные помещения. Поэтому каждая печь (колонка — ред.), отапливаемая газом, должна иметь наружу вытяжку, так как в маленьких помещениях по мере порчи воздуха светильный газ сгорает неполностью. Один случай отравления окисью углерода был вызван наличием птичьего гнезда в выводной трубе газовой печи. В Нью-Йорке в 1930 г. имел место один смертельный случай и 500 отравлений вследствие того, что был заткнут бумажкой камин общего пользования. Таким образом все газовые печи без выводной трубы следует считать особенно опасными. Однако и другие печи, особенно печи с непрерывным горением и печи с продолжительным горением, могут стать причиной отравлений.

В других помещениях отравления окисью углерода также могут иметь место, например в операционных комнатах от стерилизаторов и в лабораториях от бунзеновских горелок, сушильных шкафов и автоклавов. При наркозе этиленом отравление может наступить вследствие примеси к этому газу различных количеств окиси углерода³⁷. Уже при беглом просмотре иностранных газет видно, как часты случаи отравления окисью углерода; мы можем прочесть там о массовых отравлениях в кино, театрах, танцевальных и концертных залах, школах, церквях, крематориях и т. д., причем обычно такие отравления бывают следствием неправильного отопления.

На производстве возможности отравления окисью углерода чрезвычайно разнообразны, так как в рабочих комнатах и в мастерских помимо осветительных и отопительных установок имеются газовые горелки, горящий уголь, плавильные тигли, печи для варки клея, самодувные печи для рабочих по металлу, паяльные установки, сварочные аппараты*, воздуходувки, нагреватели и разного рода сушильные аппараты. Кроме того к этому нужно еще прибавить устаревшие бензиновые, керосиновые и другие газовые моторы.

Особенного внимания требуют авто-ремонтные мастерские и гаражи. При холостой работе мотора образуется гораздо больше окиси углерода, чем при его нормальной работе (Кеэзер и др.). Кроме того в мастерских и гаражах, особенно в только что организованных, источниками отравления могут быть не только выхлопные газы, о чем будет речь ниже. Поэтому в них должно быть обращено особое внимание на достаточный приток свежего воздуха, что лучше всего достигается открыванием окон и дверей.

* Особенно опасны сварочные аппараты с ацетилен-кислородными горелками при работах в небольших замкнутых пространствах, например внутри котлов.

На транспорте. Смертельные отравления окисью углерода в гаражах не являются редкостью. Многочисленные случаи отравления наблюдались также во время езды в закрытых автомобилях и моторных лодках. Таким же отравлением был объяснен один смертный случай, имевший место на самолете. Выхлопные газы мотора являются гораздо более ядовитыми, чем дым из печных труб и каминов и даже чем дым паровозов (см. таблицу на стр. 260—261).

Равным образом окись углерода может образоваться при нецелесообразном отоплении средств транспорта. Так, тяжелые случаи отравления наблюдались в отапливаемых древесным углем, брикетами и т. п. вагонах, автомобилях, поездах и кораблях, причем если отравления имели место во время сна, они часто заканчивались смертью.

Уже давно известны отравления железнодорожников, особенно путевых рабочих, работающих в плохо вентилируемых больших туннелях.

Следует наконец еще помнить об опасностях отравления в угольных ямах и в котельных на пароходах.

На крупных заводах окись углерода является самым опасным ядом. Уголь является основой всякой промышленности. При сжигании угля образуется углекислота и окись углерода; чем ограниченнее доступ воздуха, тем больше получается последней. Поэтому возможности отравления окисью углерода таятся повсюду, куда могут проникнуть эти газообразные продукты горения, начиная с места их образования вплоть до последнего пункта их применения.

В копиях причиной отравления бывают рудничные газы, возникающие при взрывах гремучего газа и угольной пыли, далее отравления наблюдаются при производстве кокса (гашение раскаленного кокса) и древесного угля.

Всем известна легкая возможность отравления при производстве, распределении и применении светильного газа.

Независимо от светильного газа на фабриках получают и применяют колоссальные количества «силового газа» (Kraftgas), добываемого из угля, торфа, минеральных масел и смолы. Наиболее опасным видом такого газа является лишенный запаха «водяной газ».

Сюда еще нужно причислить ядовитые газы доменных печей, которые часто служат для отопления, газы плавильных печей и литейных. В общем нужно указать, что везде, где имеются топки или котельные установки, может возникнуть опасность отравления окисью углерода.

На возможность отравления выхлопными газами моторов указывалось уже выше. Кроме того отравления возможны у печи для обжига извести и на кирпичных, цементных и керамических предприятиях. Здесь газы, содержащие окись углерода, применяются для целей высушивания.

Сушильные установки, печи для обжига извести, печи для выпечки хлеба, семяносушилки, вентиляционные камеры часто являются местом отравления, когда рабочие во время перерывов работы спят на них или в непосредственной близости от них.

Окись углерода также образуется при получении многих химических продуктов, особенно при процессах плавления, при получении ацетона, при получении соды по Леблану и при изготовлении угольных электродов.

Помимо возможных производственных отравлений в результате недостаточных мер по охране труда следует иметь в виду гораздо

более серьезные опасности отравления окисью углерода при различного рода поломках, авариях, пожарах и взрывах. Сюда относятся также все случаи, когда окись углерода распространяется по ненормальным путям вследствие обратной тяги воздуха и выключения тяги, что может иметь место или по причине неправильной эксплуатации или вследствие влияния метеорологических условий, как дождь, ветер, солнечный свет. Кроме того, здесь могут играть роль также повреждения и негерметичность установок или их конструктивные дефекты. Жертвами отравления здесь чаще всего бывают занятые исправлением повреждений неопытные или недостаточно инструктированные рабочие.

Отравления дымом при пожарах на предприятиях протекают в ряде случаев своеобразно. Это происходит тогда, когда горят или нагреваются, кроме обычных горючих материалов, различные химические вещества. Сюда относятся не только бесчисленное множество продуктов собственно-химической промышленности, но и продукты крайне многочисленных отраслей техники и склады самых разнообразных видов сырья и готовых товаров (см. раздел «Комбинированные отравления»).

В заключение следует напомнить, что очень часто причиной отравлений служили отходы производства (шлаки, содержащая газ промывная вода и различная пыль), на которые большей частью не обращалось внимания.

Пыль, содержащая окись углерода. Пылевидные частицы могут содержать адсорбированную окись углерода. Сюда относится всякая угольная пыль, прежде всего сажа, затем летучая копоть из топок, котлов, печных установок.

Окись углерода может кроме того выделяться в воздух при обработке или размельчении компактного материала, как например при чистке котлов, работах с ретортами, работах с газовым или смоляным коксом, отходами металлургии и шлаками.

Равным образом опасные концентрации окиси углерода могут получиться при неблагоприятных условиях из угольной пыли, осевшей на печах, при приведении этой пыли в движение.

Взрывы. Всякий взрыв, особенно при недостатке воздуха, дает то или иное количество окиси углерода. Количество образующейся при этом окиси в большинстве случаев довольно значительно, и при некоторых взрывчатых веществах образующиеся при взрыве газы наполовину состоят из окиси углерода.

Все моторы внутреннего сгорания содержат в своих отработанных газах окись углерода.

Возможность отравления окисью углерода имеется при всякой подрывной работе в закрытых помещениях, минных ходах, туннелях, каменоломнях, ямах и рудниках. Особенно опасным по справедливости считается вдыхание газов при взрывах в коях и при пожарах. Сюда же нужно еще отнести взрывы пыли (см. раздел «Заболевания, вызываемые вдыханием пыли») и взрывы собственно взрывчатых веществ или аналогичных материалов, например целлюлоида.

Очень велики возможности отравления окисью углерода на войне. Не говоря уже о возможностях таких отравлений пороховым дымом в броневых башнях и огневых точках закрытых укреплений и военных кораблей, такие отравления могут иметь место при подрывах, минных работах, попаданиях снарядов в здание и т. д. См. также разделы: «Горючие газы», «Генераторные газы», «Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах», «Газы, образующиеся при взрывах», «Газы на войне».

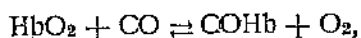
Общий характер токсического действия. Действие окиси углерода основано главным образом на образовании в крови карбоксигемоглобина, результатом чего является удушье.

Теория действия окиси углерода. Для объяснения генеза отравления окисью углерода предложен целый ряд теорий. Прежде всего некоторые авторы пытались объяснить это отравление не только присоединением окиси углерода к гемоглобину и последствиями этой реакции, но и специфическим действием этого яда, особенно на нервную систему. В течение долгого времени окись углерода рассматривалась подобно хлороформу как наркотический яд. В дальнейшем были предложены теории об общем клеточном или протоплазматическом действии окиси углерода, причем первичное действие яда не всегда можно было достаточно разграничить от позднейших осложнений. Делались также попытки объяснить действие окиси углерода первичным повреждением сосудов, в результате чего наступают расстройства кровообращения и трофические расстройства в мозгу. Наконец некоторые считали токсическим агентом образующийся при вдыхании окиси углерода карбоксигемоглобин.

Более подробное рассмотрение и критика этих теорий не может здесь иметь место. Во всяком случае образование карбоксигемоглобина всего проще объясняет все явления отравления, хотя с таким объяснением все же согласны не все исследователи. В какой мере здесь имеет место кроме того и специфическое действие на клетки нервной системы, на основании имеющихся на сегодняшний день данных еще ответить нельзя.

Образование карбоксигемоглобина*. Окись углерода является физиологически индифферентным газом, за исключением одного своего свойства, а именно способности соединяться с гемоглобином крови при вытеснении из последнего кислорода. В остальном окись углерода столь же ядовита, как обычные удушающие газы — водород или азот. Насекомые, кровь которых не содержит гемоглобина, остаются совершенно нормальными в атмосфере, состоящей из 80% окиси углерода и 20% кислорода. Взвешенные в капле сыворотки нервные клетки курицы развиваются в такой атмосфере вполне нормально. Мышь может жить в воздухе, содержащем высокие концентрации окиси углерода, если одновременно увеличено содержание кислорода. При таком опыте в кровь в виде раствора поступает такое количество кислорода, что недостаток его передачи гемоглобином становится неощутимым. Таким образом токсическое действие окиси углерода в конце концов зависит от вызываемой ею аноксемии (недостатка кислорода в артериальной крови), которая, в свою очередь, зависит от действия окиси углерода на оксигемоглобин; следствием аноксемии является асфиксия.

Реакция между кислородом, окисью углерода и гемоглобином является обратимой и может быть выражена следующим уравнением (Hb — гемоглобин):



т. е. окись углерода вытесняет кислород из оксигемоглобина. Обратно, кислород, в свою очередь, может вытеснить окись углерода из ее соединения с гемоглобином. Сами эритроциты, гемоглобин которых сперва вступает в соединение с окисью углерода, а затем снова осво-

* Перевод соответствующего раздела книги Гендерсона-Хатгарда ¹².

бождается от нее с помощью кислорода, не обнаруживают никаких изменений и могут затем совершенно нормально выполнять свою функцию передатчика кислорода, как будто на них никогда до этого не действовал другой, необычный для них газ. Свою физиологическую функцию они не могут выполнять лишь до тех пор, пока они связаны с окисью углерода. Окись углерода обладает гораздо большим сродством к гемоглобину, чем кислород, приблизительно как 300 к 1. Относительные количества гемоглобина, соединившиеся с окисью углерода и с кислородом, зависят каждый раз от соотношения во вдыхаемом воздухе обоих этих газов. Поэтому, если в воздухе концентрация кислорода в триста раз больше концентрации окиси углерода (это бывает при содержании окиси углерода 0,07%), то половина гемоглобина превращается в карбоксигемоглобин, а другая половина удерживает кислород.

По Стеди и Мартину⁴⁰ увеличение содержания в крови углекислоты понижает химическое сродство окиси углерода к гемоглобину по сравнению с кислородом. Увеличение углекислоты вследствие уменьшения pH способствует при прочих равных условиях вытеснению из крови окиси углерода. То обстоятельство, что при отравлении сродство окиси углерода к гемоглобину по сравнению с кислородом еще более увеличивается, зависит от потери углекислоты кровью вследствие усиленного дыхания при асфиксии. Если кровь *in vitro* подвергнуть действию воздуха, содержащего 0,07% окиси углерода, путем взбалтывания незначительного количества такой крови с большим количеством воздуха, то приблизительно половина гемоглобина соединяется с окисью углерода с вытеснением соответствующего количества кислорода. В том случае, однако, если такой воздух вдыхается, то аналогичный процесс в крови наступает только через несколько часов. Теоретически для достижения окончательного равновесия требуется воздействие в течение нескольких дней. Легкие не могут конечно абсорбировать больше окиси углерода, чем ее поступает при дыхании; таким образом объем дыхания является фактором, ограничивающим возможности образования карбоксигемоглобина.

Такое ограничение абсорбции окиси углерода видно на примере: в среднем для человека в состоянии покоя объем легочной вентиляции равен 5 л в минуту; при этом предполагают, что объем дыхания равен 7,5 л, а мертвое пространство равно 33%. 5 л воздуха с содержанием 0,07% окиси углерода соответствуют 0,0035 л ($3,5 \text{ см}^3$) чистой окиси углерода, так что в течение часа в соприкосновение с кровью придет самое большее 0,21 л ($3,5 \cdot 60 = 210 \text{ см}^3$). Все количество крови, равное у нормального взрослого приблизительно 5 л, может поглотить около одного литра кислорода. Каждая поглощенная тысячная часть литра окиси углерода уменьшает эквивалентно способность крови поглощать кислород, т. е. тоже на $\frac{1}{1000} \text{ л} = 0,1\%$. Через час согласно вышесказанному эта способность уменьшится самое большее на 21%; это является уже достаточным, чтобы вызвать очень легкие явления аноксемии. В действительности же с кровью связывается, пожалуй, меньшее количество окиси углерода. По мере дальнейшего развития абсорбционного процесса скорость последнего все уменьшается и абсорбируемые количества делаются все меньше. С приближением этой реакции к равновесию сближаются автоматически и величины парциального давления окиси углерода и кислорода в крови, а также и сродство этих газов к гемоглобину, пока не начнется вытеснение окиси углерода кислородом, при этом в каждую

минуту вытесняется как раз столько окиси углерода, сколько раньше вытеснялось кислорода.

Если при физической работе объем дыхания увеличивается, то соответственно увеличивается и абсорбция окиси углерода. Степень насыщения окисью углерода при наступлении равновесия здесь такая же, как и у организма, находящегося в покое, но наступает это насыщение скорее. Можно считать, что в начальной стадии воздействия окиси углерода абсорбируется приблизительно половина введенного с вдыхаемым воздухом газа. При этом под «вдыхаемым воздухом» следует понимать общий объем дыхания, а не размер легочной вентиляции. Эта последняя соответствует объему дыхания за вычетом количества газа, приходящегося на мертвое пространство.

Если одним и тем же отравленным воздухом дышат два человека различного роста или взрослый и ребенок в состоянии покоя, то у более молодого или малорослого человека, у которых обмен веществ идет энергичнее, абсорбция окиси углерода идет быстрее и насыщение крови его наступает скорее. В этих случаях вытеснение кислорода окисью углерода определяется отношением объема дыхания к величине тела и к количеству крови. У отдельных людей объем дыхания в состоянии покоя является функцией поверхности тела и поэтому бывает различным; в свою очередь, количество крови стоит в связи с весом тела. Для тел одинаковой формы, безразлично шаров ли, кубов или человеческих тел — относительная поверхность тем больше, чем меньше их масса. На этом основании худые люди отравляются окисью углерода легче, чем полные, так как у них объем дыхания сравнительно больше, чем количество крови. Это различие находит свое крайнее выражение и важное практическое применение в степени насыщения крови окисью углерода, с одной стороны, человека, а с другой — мелких животных, как мышь или канарейка. При спасательных работах в рудниках эти животные могут быть использованы до некоторой степени как индикаторы на окись углерода в подозрительном воздухе. Если мышь начинает шататься, а канарейка падает с перекладин, то люди могут еще избежать опасности отравления, если удалятся в безопасное место, не теряя времени. На единицу веса тела у людей приходится в двадцать раз меньшая поверхность тела, чем у маленьких животных. Поэтому они могут оставаться в зараженной атмосфере в 20 раз дольше, прежде чем у них разовьются те же явления отравления, как описанные выше у мыши или канарейки.

Явления отравления после вдыхания окиси углерода зависят от степени аноксемии, т. е. от того, сколько гемоглобина вступило в соединение с окисью углерода. Приведенная на стр. 268 таблица показывает, какими признаками отравления большей частью проявляются различные степени насыщения крови окисью углерода.

При доступе свежего воздуха аноксемия при отравлении окисью углерода не проходит сейчас же, как при других удушающих газах, но остается в течение всего периода выделения окиси углерода из организма, хотя и в уменьшенной степени. При простых удушающих газах явления последствия также длятся некоторое время после того, как аноксемия прекратилась вследствие доступа избытка кислорода, здесь же особенность состоит в том, что сама аноксемия часто продолжается некоторое время после прекращения первоначального действия газа. Окись углерода не сторает в организме до угольной кислоты или до каких-либо других соединений, но при доступе в легкие свежего, не содержащего окиси углерода воздуха выделяется из

Явления отравления окисью углерода при различных процентах насыщения ею крови

Карбоксигемоглобин %	Действие
10	одышка при сильном мышечном напряжении; в остальном норма
20	одышка при умеренном мышечном напряжении, иногда легкая головная боль; в остальном норма
30	ясно выраженная головная боль; раздражительность, легкая утомляемость; рассудок помрачен
40—50	головная боль; спутанность; при напряжениях коллапс и обморок
60—70	потеря сознания; при длительном воздействии остановка дыхания
80	быстрая смерть
больше 80	моментальная смерть

организма с выдыхаемым воздухом. Механизм этого выделения представляет собой прямую противоположность абсорбции. Выделение окиси углерода из гемоглобина происходит вследствие вытеснения ее кислородом в соответствии с законом действующих масс. При отравлении средней степени уже в течение первого часа в обычных условиях выделяется около половины абсорбированного газа; полное выделение при доступе свежего воздуха наступает только через много часов. Поэтому при кратковременном воздействии высоких концентраций окиси углерода и быстрой абсорбции аноксемия приобретает значение главным образом в период выделения. На этом основании очень важно с помощью применения вдыхания кислорода с примесью 5% углекислоты ускорить по возможности это выделение окиси углерода, и тем быстрее ликвидировать асфиксию. Наглядно это видно из описания следующего случая. Два рабочих были отравлены одинаково высокой концентрацией окиси углерода при кратковременной экспозиции. Один из них, который был вынесен на свежий воздух, оставался некоторое время без сознания, а затем болел в течение 1—2 дней. Другой подвергался вышеописанному лечению и уже через полчаса мог вернуться к своей работе и чувствовал себя так же хорошо, как и до отравления*.

Данные о скорости выделения из крови окиси углерода получены опытами Никлу и Герзона³¹. В одном случае острого отравления окисью углерода выяснилось следующее:

	Содержание окиси углерода в 100 см ³ крови	Содержание карбоксигемоглобина в 100 см ³ крови
При поступлении в больницу через 2 часа после отравления	9,08	41,3
Через 1 ч. 5 м. после начала лечения кислородом	5,6	25,4
Через 4 ч. 15 м. после начала лечения кислородом	1,84	8,4
Через 23 ч. 30 м. после начала лечения кислородом	0,3	следы

* Здесь кончается перевод из книги Гендерсона-Хатгарда.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Для насекомых и животных, кровь которых не содержит гемоглобина, окись углерода не является ядом.

Холоднокровные животные (рыбы, лягушки) и др. обладают большой резистентностью по отношению к окиси углерода; так например лягушка в 1 000 раз менее восприимчива к окиси углерода, чем теплокровные. Относительно менее восприимчивыми являются также те животные, которые впадают зимой в спячку.

У теплокровных видовая и индивидуальная восприимчивость к окиси углерода весьма различна. Так как токсическое действие этого яда по отношению к животным не так легко различимо в первые стадии отравления, как у человека, то в приведенных ниже таблицах даны концентрации, вызывающие главным образом тяжелое или смертельное отравление.

Птицы:

Вид животных	Объемные %	Части на миллион (см ³ /м ³)	мг/л (приблизит.)	Действие
Воробей	0,1	1 000	1,15	явлений отравления нет
	0,12—0,2	1 200—2 000	1,4—2,3	может вызвать смерть при экспозиции $\frac{3}{4}$ —2 часа
	0,4	4 000	4,6	смерть через 8 мин.
	1,0	10 000	11,5	смерть через 2—4 мин.
Канарейка	5,0	50 000	57	моментальная смерть (Леблан, Грегант, Бок; по Боку ²)
	0,1	1 000	1,2	ясно выраженное отравление
Голубь . . .	0,16	1 600	1,8	одышка и слабость (Буррель ³)
	1,5—2,0	15 000—20 000	17—23	через минуту судороги, через 2 мин. потеря сознания, через 3 мин. смерть (Левин ²¹)
Курица	0,14	1 400	1,6	переносимая концентрация при экспозиции $7\frac{1}{2}$ часа
	0,17	1 700	1,9	переносимая концентрация при экспозиции 2 часа
	0,4	4 000	4,6	через $\frac{1}{2}$ часа смерть (Грубер ²)
Утка	0,33	3 300	3,8	смерть через 33 мин.
	1,0	10 000	11,5	смерть через 5 мин. (Грегант, по Боку ²)

У млекопитающих большое значение имеет наступающее при продолжительном вдыхании окиси углерода понижение температуры тела: при этом восприимчивость к этому яду меньше, чем при нормальной температуре.

Индивидуальные колебания восприимчивости к окиси углерода у кроликов очень значительны. Они гибнут уже при содержании окиси углерода в воздухе 0,36% через $1\frac{1}{2}$ часа; с другой стороны, они

переносят в течение 30—100 мин. концентрацию окиси углерода в 1,7% (Леман²⁰, Бок², Эйленберг, Грегант по Боку², Грuber⁷, Покровский³³).

Вид животных	Объемные %	Части на миллион (см ³ /м ³)	мг/л (приблизит.)	Действие
Мышь	0,03	300	0,35	уже легкое отравление
	0,05	500	0,57	через 30 мин. ясное отравление
	0,1	1 000	1,14	переносимо 30 мин. ¹⁶
	0,35	3 500	4,0	при 16° для части животных переносимо в течение 2 1/2 час.; при 37° смерть через 11—43 м.
	0,6	6 000	6,84	при 20° переносимо в течение 10 мин.; смерть через 1 1/4 часа ¹⁶
	4,5	40 000—50 000	46—57	моментальная смерть
	0,2—0,3	200—300	2,3—3,5	при нормальной температуре вызывает смерть (Холден и сотр. ^{10; 11} , Бок; по Боку ²)
	0,5—0,7	5 000—7 000	5,7—8,0	переносимо в течение 2—3 час.; переболевание
	1,0	10 000	11,5	при температуре тела, упавшей до 26—29°, переносится приблизительно в течение 1 1/2 часов
	2,0	20 000	23	смерть через 20—50 мин. (Швартау, Бок; по Боку ²)
Морская свинка	до 0,08	800	0,92	переносимо в течение 22 час. без видимых изменений
	0,2	2 000	2,3	переносимо в течение 9 час., переболевание
	0,35	3 500	4,0	тяжелое отравление при экспозиции в 1 1/2 часа, выздоровление
	0,4	4 000	4,6	смерть через 30—60 мин.
	1,0	10 000	11,5	смерть приблизительно через 2 часа
	1,5	15 000	17,5	смерть приблизительно через 40 мин.
	3	30 000	35	смерть приблизительно через 20 мин.
	5	50 000	57	смерть приблизительно через 10 мин.
Кролик				

Смертельные концентрации при условии нахождения животных в помещении с постоянной температурой (32°) равны (см. выше):

Для крыс	выше 0,12%
„ мышей	„ 0,25%
„ морских свинок	„ 0,38%
„ кроликов	„ 0,38%

(Бок²)

Вид животных	Объемные %	Части на миллион (см ³ /м ³)	мг/л (приблизит.)	Действие
Кошки	0,1	1 000	1,1	крик и пошатывание, в то время как находящийся при тех же условиях человек еще ничего не чувствует (Леви и)
	0,25	2 500	2,8	переносится без вредных последствий в течение 2 1/2 час. ¹⁶
	0,4	4 000	4,6	боковое положение приблизительно через 1/2—1 час; перерождение после полуторачасовой экспозиции ^{10; 43}
	0,5	5 000	5,8	боковое положение через 13—14 мин., смерть приблизительно через 3/4—1 час ⁴³
	1,0	10 000	11,5	боковое положение через 7 мин., смерть через 15 мин. ¹⁶
	3—4	30 000—40 000	35—46	смерть через 3—5 мин. ⁹³
Собака	0,05	500	0,57	острых явлений отравления не отмечается
	0,25	2 500	2,9	переносится в течение 1—3 час.
	0,8	3 000	3,5	может уже через 50 мин. вызвать смерть
	0,4	4 000	4,6	смерть через 45 мин.
	0,5—1,0	5 000—10 000	5,7—11,5	смерть приблизительно через 20—30 мин.
	3—4	30 000—40 000	35—46	смерть через 3—5 мин. (Леви ²¹ , Греганти по Боку ² , Покровский ³³)

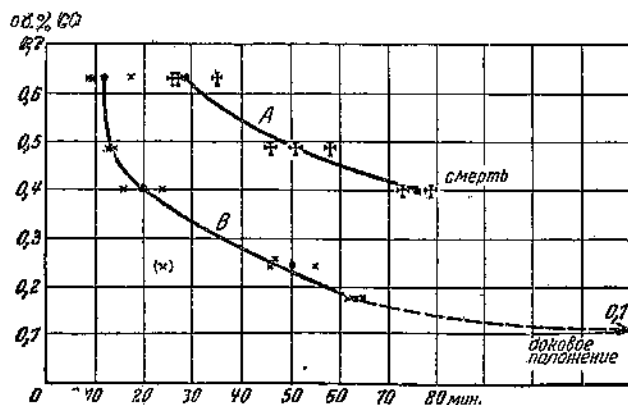


Рис. 20. Действие окиси углерода на кошек [по Вирту, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac., 157 (1930)]

A — зависимость среднего времени наступления острой смерти от концентрации; B — среднее время наступления бокового положения.

2. У человека. Главными симптомами отравления являются потеря сознания, судороги, одышка, удушье. В отдельных случаях однако течение отравлений чрезвычайно разнообразно.

Особенное значение имеют начальные симптомы отравления. Все они относятся к центральной нервной системе как органу, наиболее восприимчивому к действию яда.

При вдыхании незначительных концентраций окиси углерода, приблизительно до 0,1% по объему, наступают, часто непосредственно, известные субъективные явления, которые могут служить для инструкторов и наблюдательных людей указанием на надвигающуюся опасность. Явления эти могут быть довольно разнообразны в зависимости от условий отравления как по своей силе, так и по своему развитию и характеру. Появляется ощущение тяжести в голове вместе с чувством обруча, щипцов или тяжелого кольца в области лба, а затем довольно сильная головная боль в области лба и висков. Наступает мелькание и потемнение в глазах, слезотечение и пульсация в висках. Часто развиваются симптомы, указывающие на поражение лабиринта, головокружение и главным образом шум в ушах. Кроме того появляются чувство тошноты и тоски, своеобразные кожные ощущения, дрожь, чувство слабости, ускорение пульса и рвота.

Наибольшее значение для дальнейшего течения отравления и для его исхода имеет следующая стадия отравления, которая часто начинается уже во время описанных первичных симптомов.

Эта вторая стадия отравления отличается целым рядом в высшей степени характерных симптомов, которые указывают на начало наступления паралича. Сознание еще сохранено, хотя более или менее расстроено. При этом развивается состояние слабости и безволия, что сперва затрудняет всякую попытку к спасению, а затем делает ее совершенно невозможной. Чувство бессилия, всеобщей расслабленности и тяжести вызывает ощущение известного равнодушия, а часто даже какого-то благополучия. При продолжающемся пребывании в атмосфере, содержащей окись углерода, наблюдается или дальнейшее увеличение сонливости вместе с прогрессирующим угнетением и расстройством сознания, или развивается, как при действии алкоголя или наркотических веществ, состояние спутанности сознания и опьянение различной интенсивности. Постоянно наблюдаемая при этом слабость и быстрая утомляемость нижних конечностей указывает на распространение действия окиси углерода на спинной мозг. В дальнейшем в типических случаях при медленно развивающемся отравлении наступает полная потеря сознания, причем отмечается рвота и выделение мочи и кала. Коматозное состояние может тянуться 1—2 дня. В редких однако случаях даже тяжелое смертельное отравление не ведет к потере сознания. Одновременно развивается также судорожное состояние, выражающееся или в фибриллярных подергиваниях отдельных мускулов и мускульных групп, или в настоящих клонических или тонических судорогах. При этом может иметь место также повышенная рефлекторная возбудимость и тетанус (судороги всех разгибательных мышц).

Одновременно с судорогами иногда также раньше или позже наступают явления одышки. Такая стадия «диспное» может продолжаться в течение часов или дней и оканчиваться или выздоровлением или смертью от остановки дыхания. Равным образом может продолжаться в течение нескольких дней и потеря сознания.

Описанные Левиным атипичные формы отравления, зависящие главным образом от индивидуальных факторов, встречаются гораздо реже. Сюда относятся случаи, когда отравленный теряет сознание почти моментально, т. е. без описанных выше предвестников, или когда тяжелые расстройства дыхания и сердечной деятельности развиваются очень быстро. При этом вскоре может наступить смертельный исход, в других случаях все классические явления отравления наблюдаются только после возвращения сознания. Такие непосредственно наступающие и быстро протекающие формы отравления по внешнему сходству их с апоплексическим инсультом называют «апоплексическими формами» (apoplektiforme) отравления. В очень редких случаях после кратковременной потери сознания наступает изумительно быстрое, повидимому полное, выздоровление.

Большое значение не только с врачебной точки зрения, но и с точки зрения законодательства о несчастных случаях имеют наблюдаемые иногда при отравлениях окисью углерода рецидивы. Такие рецидивные формы проявляются через несколько дней или недель до некоторой степени в виде новых заболеваний и потому часто не могут быть правильно объяснены. Правильная их трактовка принадлежит к труднейшим врачебным задачам.

То же самое следует сказать и о последующих заболеваниях. Резко отграничить их от острой стадии отравления не легко, а иногда и совсем невозможно. Непосредственно вслед за острым отравлением могут развиваться болезненные состояния, длящиеся годами, а иногда при особенно неблагоприятных условиях в течение всей жизни. Преимущественно затрагивается нервная система, головной и спинной мозг, хотя поражаются могут и другие системы органов. При этом последствия отравления могут проявляться в почти безграничном разнообразии.

Центральная нервная система. Из душевных расстройств следует прежде всего указать на ослабление памяти и особенно на отсутствие воспоминаний о самом отравлении. По Горну⁶ при одной катастрофе можно было отметить как общие признаки отравления: сперва возбуждение, крик, затем апатию, подавленное настроение и главным образом равнодушие по отношению к массовому несчастью. Душевные расстройства и паралитические состояния как следствие отравления были известны за сотни лет, так же как состояние депрессии вместе с явлениями задержки и выпадения в душевной и чувствительной сфере, бредовые идеи и галлюцинации. На отдельных формах психоза при отравлении окисью углерода здесь нельзя останавливаться более подробно. Из различных расстройств функциональной деятельности органов чувств особенно подробно были изучены поражения органа зрения. Кроме того иногда поражается слух, обоняние и вкус. Состояние двигательного возбуждения, прежде всего судороги, ограничивается главным образом острым периодом отравления, хотя и при последующих заболеваниях отмечаются эпилептоидные явления. Параличи бывают в большинстве случаев центрального происхождения. Параличи в области головных нервов и отдельных конечностей бывают нередко и часто проходят очень медленно. Также долго держатся параличи прямой кишки и мочевого пузыря, которые связаны с повреждением спинного мозга. Сравнительно часто отмечаются односторонние параличи, особенно правой стороны. Чаще всего поражается, как и при действии других ядов, например олова, правая рука или правая кисть.

Периферическая нервная система. Здесь можно на-

блюдают все формы двигательных, чувствительных и трофических расстройств. Особенно часто наблюдаются двигательные параличи, например одной половины лица или отдельной конечности в комбинации с чувствительными расстройствами. Даже по прошествии нескольких недель могут развиваться в области пораженных нервов боли, например ишиас. При этом больные жалуются на парестезию, например ползание мурашек, и на повышенную кожную чувствительность в известных областях; гораздо чаще однако отмечается ограниченная потеря чувствительности кожи (анестезия).

К трофическим расстройствам прежде всего принадлежат явления распада и некроза, а также образование на коже пузырей.

Кровообращение. Особенного внимания заслуживает действие окиси углерода на сосуды, которые повреждаются уже в первые стадии отравления. Вследствие расширения сосудов наступает замедление тока крови, повреждение сосудистых стенок и расстройство питания целых областей (Г. Риккер).

Особенно характерны капиллярные кровотечения в мозгу, которые являются причиной перерождения, размягчения и расплавления, а затем и отмирания мозговой ткани. Эти изменения локализуются чаще всего в совершенно определенных местах головного мозга, например в области ганглиев центральной нервной системы и с обеих сторон чечевичного ядра. Повреждения эти проще всего объясняют целый ряд функциональных и в особенности стойких изменений как в психике, так и в физическом состоянии. В их чрезвычайно меняющейся локализации кроется причина не только крайнего разнообразия вызываемых явлений, но и трудность, а иногда и невозможность предугадать дальнейший ход отравления и его исход. Кроме того эти местные повреждения сосудов дают возможность объяснить разнообразные расстройства кровообращения (например при кровоизлияниях в мышцы сердца), заболеваний дыхательных органов (например быстрое развитие воспаления легких), а также болезненные изменения на коже (кровоизлияния, отеки, сыпи, гангрены).

Обмен веществ. Уже в остром периоде отравления окисью углерода можно отметить целый ряд расстройств в обмене веществ, например результаты кислородного голодания и нарушения функции крови; в дальнейшем эти расстройства приобретают большое значение. Появление в моче сахара было уже известно К. Бернару в 1857 г. и может быть объяснено, как и при многих других отравлениях, токсической глюкозурией. О глубоких расстройствах обмена веществ говорит также часто отмечаемое при тяжелых отравлениях окисью углерода исхудание. Экспериментально доказано увеличение выделения азота, особенно в виде аммиака и мочевины. Равным образом от изменений в обмене веществ зависят, по крайней мере отчасти, неоднократно наблюдаемые колебания температуры тела. Несомненно здесь играет роль и местное повреждение нервных центров и желез внутренней секреции, регулирующих обмен веществ. Повреждения больших желез, участвующих в обмене веществ, как например печени, не являются типичными, как при известных других ядах, например фосфоре, но все же они встречаются, равно как изменения в поджелудочной железе, селезенке и в почках. Аналогично действию наркотизирующих ядов, при отравлении окисью углерода развивается ацидоз, т. е. увеличение содержания в крови нелетучих кислот.

Органы дыхания. Особенно важное значение имеют изменения органов дыхания для дифференциальной диагностики отравления окисью углерода. Во многих случаях очень важно установить, вызвано

ли заболевание органов дыхания чистой окисью углерода или смесью ее с другими ядами, или имеются случайные заболевания. При трактовке таких случаев нужно иметь в виду следующее.

Явления отравления, похожие на действие раздражающего газа, могут наступить уже при вдыхании чистой окиси углерода или ее смесей, не содержащих раздражающих веществ, как светильный газ или водяной газ. Так, иногда в этих случаях отмечается носовое кровотечение, кровохарканье, «кашель с кровью», причем ни тяжелой одышки, ни явлений раздражения и воспаления в верхних дыхательных путях не отмечается. Бронхиальные явления наблюдаются сравнительно редко. Все же могут развиваться катарральные явления в зеве, гортани и других воздухоносных путях, иногда даже отмечается отек голосовой щели, что ведет к особенно длительной одышке с громким хрипящим дыханием. Наконец после вдыхания окиси углерода или светильного газа может развиваться отек легких при отсутствии каких бы то ни было явлений, характерных для действия раздражающего газа, а также сердечной слабости или почечной недостаточности. Наряду с бронхопневмониями могут иметь место и такие пневмонии, которые начинаются не с верхних дыхательных путей и потому должны быть рассматриваемы как заболевания, развившиеся не на почве инфекции, а на почве отравления.

При всех вышеуказанных случаях дело идет не об отравлениях, вызванных дымом, угольной пылью, горючими газами и т. д., где наряду с окисью углерода имеются в том или ином количестве раздражающие вещества. Равным образом здесь не имеются в виду случайные заболевания, иногда присоединяющиеся к острому отравлению. В гораздо большей степени все описанные симптомы являются следствием первичного острого отравления. Они находят наиболее простое объяснение в особенным образом локализованных сосудистых и тканевых повреждениях, вызванных той же причиной, что и кровоизлияния, отеки и «расстройства питания» в органах, в слизистых оболочках, на коже (пролежни), в мозгу, мозговых оболочках, сетчатке и т. д. При этом все эти изменения нельзя считать следствием местного действия яда, как при раздражающих газах, а следует признать симптомами общетоксического действия. Почему в каждом отдельном случае поражаются преимущественно определенные органы, с точностью не может быть объяснено. Здесь, без сомнения, наряду с индивидуальной конституцией играет роль особое предрасположение или резистентность, причем последние факторы могут ограничиваться отдельной системой органов. Подобные состояния хорошо известны врачам под терминами «расположение к отекам», «расположение к воспалениям» и т. д. Наконец при этом нужно всегда думать об уже имевшихся, но еще не распознанных заболеваниях, прежде всего о катарах и простудных заболеваниях.

Отравление окисью углерода через кожу практически не имеет места даже при высоких концентрациях^{42,35}; Флюри, собственные неопубликованные наблюдения.

Прогноз острого отравления окисью углерода. Судьба отравленного всегда недостаточно определенная, поэтому прогноз нужно всегда ставить с осторожностью. Неблагоприятным прогностическим признаком является отсутствие нормальной реакции зрачков. Долго длящееся вдыхание низких концентраций окиси углерода в общем опаснее, чем кратковременное воздействие сравнительно больших количеств газа (Никлу). Имеющиеся одновременно тяжелые повреждения, особенно ожоги, ухудшают исход отравления. При

уже наступившей фактически остановке дыхания все попытки к оживлению, как правило, безуспешны. Это имеет большое значение при организации лечения в случаях массовых отравлений. Несомненными признаками смерти являются потеря блеска глаз, в особенности молочное помутнение роговицы, образование пятен на коже более низко расположенных участков туловища и окоченение конечностей.

Токсичность окиси углерода для человека. Индивидуальная восприимчивость различна, поэтому литературные данные довольно значительно расходятся между собой. См. нижепомещенную таблицу.

Если время t выразить в часах, а концентрацию окиси углерода c в частях на миллион, то по Гендерсон-Хаггарду¹² физиологическое действие можно выразить следующими уравнениями*:

$ct = 300$, отсутствие видимого действия

$ct = 600$, заметное действие

$ct = 900$, головная боль, тошнота

$ct = 1500$, опасно

Токсичность окиси углерода для человека

Действие	Объемные %	Части на миллион (см ³ /м ³)	мг/л (прибли- тельно)
По Кон-Абресту¹⁰			
Расстройства возможны уже при	0,01	100	0,11
Максимальная переносимая концентрация	0,02	200	0,23
По Груберу⁷			
Неопасно при многочасовой экспозиции	0,04	400	ниже 0,46
Опасно при многочасовой экспозиции	0,05	500	0,6 и выше
По Леману-Гессу			
Смертельно при $\frac{1}{2}$ —1-часовой экспози- ции сейчас же или позже	0,18—0,26	1800—2600	2—3
Опасно при экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час (Гесс)	0,18—0,26	1800—2600	2—3
Переносимо при экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час	0,045—0,09	450—900	0,5—1
Концентрация, токсическая при многоча- совой экспозиции (Гесс)	0,018	180	0,2
Переносимо в течение 6 час. без суще- ственных симптомов	0,009	90	0,1
По Флюри⁴			
Переносимо в течение $\frac{1}{2}$ —1 часа	0,1	1000	1,1
Опасно в течение $\frac{1}{2}$ —1 часа	0,2	2000	2,3
Смертельно через 5—10 мин.	0,5	5000	5,7
По Гендерсон-Хаггарду¹²			
Переносимо в течение нескольких часов. Не вызывает видимых изменений при ча- совой экспозиции	0,01 0,04—0,05	100 400—500	0,11 0,46—0,6
После часового воздействия уже вызывает заметные явления	0,06—0,07	600—700	0,7—0,8
После часового воздействия вызывает не- приятные, но не опасные симптомы	0,1—0,12	1000—1200	1,1—1,4
Опасно при часовом воздействии	0,15—0,2	1500—2000	1,7—2,3
Смертельно при экспозиции менее часа	0,4 и выше	4000 и выше	4,6

* По вопросу о ct см. наше примечание на стр. 127. Ред

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Взгляды на возможность хронического отравления расходятся.

Штрауб⁴¹ не мог доказать у собак, подвергшихся многократным, ежедневно повторяемым затравкам, никаких явлений хронического отравления, а также никаких симптомов привыкания.

Маркаччи²⁵, с другой стороны, констатировал у ежедневно затравливаемой в течение 55 дней собаки увеличенную восприимчивость к отравлению, а в дальнейшем потерю в весе и многочисленные изъязвления особенно в области суставов.

Насмит и Грэхем²⁷ держали морских свинок в течение ряда месяцев в атмосфере, содержащей светильный газ с постоянным присутствием окиси углерода. Они начали при этом с концентрации, насыщающей окисью углерода 25% гемоглобина, и, увеличивая ее, дошли в конце концов до насыщения в 45%. Морские свинки переносили эти концентрации. Если же животные подвергались с самого начала действию окиси углерода в концентрации, соответствующей 45% насыщения гемоглобина, то они гибли в течение 3—4 дней.

2. У человека. Наблюдается ли у человека хроническое отравление окисью углерода, до сегодняшнего дня еще не выяснено в должной степени. Многочисленные авторы вообще отрицают существование хронических поражений так же, как и нарушение здоровья при продолжительных и при часто повторяющихся вдыханиях незначительных количеств окиси углерода. Это конечно не относится к хроническим последствиям бывшего однократного тяжелого отравления. Легкие, быстро проходящие и совершенно не оставляющие никаких следов отравления окисью углерода, имеют место во многих промышленных предприятиях каждый день. Гораздо опаснее является продолжительное пребывание в жилых или рабочих помещениях, где постоянно горит открытое пламя, газ или где топятся неправильно устроенные печи. Окончательное и верное для всех случаев решение вопроса (о хроническом отравлении — ред.) наталкивается на совершенно исключительные и почти непреодолимые трудности, учитывая разнообразие условий воздействия газа. Кроме того проблема включает в себе один из основных вопросов практической токсикологии, а именно, еще нерешенный вопрос о границе между здоровьем и болезнью. Аналогично первой стадии хронического отравления ртутью, на которую в последнее время опять обращено большое внимание, первые признаки хронического отравления окисью углерода отмечались как крайне незначительные и неопределенные симптомы, а именно: головная боль, ослабление памяти, потеря энергии, неохота к труду, сердцебиение, нервность, мигрень, утрюмость, раздражительность, бессонница и расстройство пищеварения. Все эти симптомы встречаются очень часто и частично носят неопределенный характер. Они могут иметь своей причиной и другие факторы, как беспорядочный образ жизни, эксцессы, усиленная работа, заботы и преклонный возраст. Все же они могут помочь установлению диагноза в том случае, когда наступают неясно выраженные явления, как плохой внешний вид, выраженные изменения в крови, сдвиги в картине крови (также увеличение гемоглобина и числа эритроцитов), объективно определяемые расстройства зрения, нервные заболевания, кожные заболевания и расстройства кровообращения. В качестве раннего симптома Л. Леви указывает на головокружение при взгляде вверх (повышенная возбудимость лабиринта центрального происхождения).

Во всяком случае несомненным диагноз хронического отравления окисью углерода может быть только тогда, когда помимо вышеука-

занных объективных расстройств здоровья можно отметить их причинную, и в особенности по времени, зависимость от длительного вдыхания окиси углерода; с другой стороны, когда исключены другие случайные заболевания. Нужно только помнить о многообразных профессиональных вредностях, об алкоголе, табаке, о других промышленных ядах и об одновременно существующих заболеваниях. Люди, занятые некоторыми известными профессиями, подвергнуты, без всякого сомнения, постоянной опасности отравления газом; однако несмотря на это они достигают преклонного возраста, причем состояние здоровья таких работников в течение продолжительного времени нормально. Все же, хотя имеющиеся в нашем распоряжении на сегодняшний день данные в области промышленности и говорят как будто против возможности хронических отравлений, при более тщательном исследовании промышленных отравлений окисью углерода, может быть окажется, что они бывают гораздо чаще, чем об этом теперь думают.

Предпосылкой для ясного понимания этого вопроса было бы применение быстрых и простых аналитических методов определения СО (например дрегеровский определитель СО) для систематических исследований в практике.

Профессиональная вредность совсем не ограничивается только рабочими газовых заводов, кочегарами, пожарными, а также портными, гладильщицами, кухарками, домохозяйками и т. д., но распространяется, более чем это известно, и на работников умственного труда всех категорий, как служащих, работников лабораторий, химиков, врачей, ученых и людей, работающих по ночам.

Многочисленные данные этого рода, почерпнутые из повседневной жизни, вместе с результатами исследований на животных в лабораториях и на фабриках вряд ли дают возможность сомневаться в том, что окись углерода, так же как и другие промышленные яды, с течением времени может вести к ясно выраженным расстройствам здоровья. Однако диагноз хронического отравления требует в каждом отдельном случае величайшей осторожности и строжайшего обследования.

Легкомысленная постановка диагноза может в данном случае привести к небрежным обобщениям, так же как и к ненужному и необоснованному беспокойству.

Прогноз хронического отравления окисью углерода можно считать очень благоприятным, если возможно устранить вредоносную причину. Это зависит еще и от того, что здесь не наблюдается явлений кумуляции, как например бывает при промышленных отравлениях свинцом.

Можно лишь привести ориентировочные данные о тех минимальных концентрациях окиси углерода, продолжительное вдыхание которых необходимо для развития хронического отравления. Во всяком случае они более или менее ниже тех концентраций, которые переносятся без всяких явлений. Вероятно они порядка от 0,001% (по объему) до 0,01%, или 10—100 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,01—0,1 мг/л. При отдельных анализах проб воздуха в помещениях, пребывание в которых как будто вело к хроническим отравлениям, получены цифры, лежащие преимущественно значительно ниже вышеуказанных концентраций. Использование данных таких отдельных анализов для выводов общего порядка не может считаться обоснованным. Здесь, как при всем комплексе вопросов, решающее значение могут иметь индивидуальные факторы и случайные условия.

Определение отравления окисью углерода. Диагноз острого отравления окисью углерода при его типическом течении и при определении в крови карбоксигемоглобина прост. Если же такое определение не удастся, то диагноз может натолкнуться на большие трудности.

Существует целый ряд ядов, которые вызывают совершенно аналогичные явления отравления, например метиловый и этиловый алкоголь, вообще наркотики, снотворные средства, цианистые соединения, затем алкалоиды, как морфий и его производные. Рвота и расстройство функций глазничных мышц ведут часто к неправильному предположению об отравлении пищей, особенно колбасным, мясным или рыбным ядом. То же может быть при известных заболеваниях, например при аутоинтоксикациях, при мозговом инсульте, при эпилептических судорогах, коме почечных больных и диабетиков.

Все так называемые отличительные признаки отравления окисью углерода не являются надежными. Отсутствие может даже неоднократно наблюдавшееся своеобразное покраснение кожи. В том случае, если спектроскопическое и химическое определение окиси углерода не дает положительных результатов, нужно для нахождения причины заболевания обратить внимание на обстоятельства отравления (запахи), сопутствующие явления и на анамнез данного случая.

Диагноз отравления окисью углерода даже на трупе бывает при отсутствии индикации окиси углерода в крови трудным, а иногда и невозможным делом. Уже через несколько часов, гораздо чаще через несколько дней карбоксигемоглобин может разложиться. Часто терапевтические мероприятия, например лечение кислородом, ускоряют это разложение.

Значение для диагноза имеют бросающиеся в глаза красно-розовые, то светло-, то темнокрасные до фиолетового цвета трупные пятна. Аналогичная окраска бывает однако при отравлении цианистыми соединениями, бензолом, азотистыми и азотными соединениями, на разложившихся, а также на замерзших трупах. Иногда такая окраска придает трупам живой вид.

Мышцы также могут быть окрашены в своеобразный красный, розово-красный или кирпично-красный цвет. Жидкая кровь, окраска ее, обильное кровенаполнение сосудов мозга и мозговых оболочек, кровоизлияния в мозг и почти во все остальные органы и быстрота разложения трупа не являются типичными только для отравления окисью углерода. Характерная светловишнево-красная кровь не всегда бывает налицо. Нередко отмечают кровоизлияния в кишечник, которые часто неправильно трактуются. Иногда на правильный путь направляют типично локализованные очаги размягчения в мозгу, а при отравлении дымом и т. п. налет копоти в ноздрях и на слизистой верхних дыхательных путей.

Терапия

а) Острое отравление*. Методы лечения целесообразно разделить на следующие группы.

1. Основные способы лечения. Главнейшие мероприятия при всяком отравлении состоят в заботе о доставке свежего воздуха, кислорода и возбуждении сердца. Все прочие способы лечения имеют небольшое значение. Конечно первым тре-

* См. также Merkblätter des Reichsgesundheitsamtes²⁰.

бованием является удаление пострадавшего из отравленной атмосферы. После этого единственной действительно причинной терапией является вдыхание кислорода, лучше всего с прибавлением 5—6% углекислоты, которое нужно начать как можно быстрее. В случае угрожающего ослабления дыхания или его остановки необходимо немедленно приступить к искусственному дыханию, хотя бы ручным способом, пока не будут готовы аппараты для искусственного дыхания. Относительно техники производства искусственного дыхания и оживления см. раздел «Лечение газотравленных». При потере сознания можно применить метод вдувания кислорода. Даже многочасовые вдувания воздуха или кислорода через небольшую трубку или через мягкий катетер и т. п. не опасны.

2. Вспомогательные методы. Борьба с охлаждением посредством доставки тепла, теплых одеял и т. д., причем грудь остается открытой. Охлаждение благоприятствует развитию воспаления легких. При угрожающей остановке дыхания — лобелин, лучше интравенозно 3—5 мг. Сам по себе лобелин без кислородной терапии и без искусственного дыхания не спасает жизни. При сердечной слабости, которая иногда наступает в более поздние периоды, — интравенозно строфантин, кроме того при долго длящейся «спячке» обычные средства: кофеин, камфора и ее заменители, как гексетон, кардиазол, корамин. Затем раздражение кожи и слизистых оболочек, а именно: применение холода, пахучих веществ. Растирания не заменяют доставки тепла.

Кровопускание показано только при длительной коме и замедленном возвращении сознания, а не при начальной стадии отравления. Ценность его однако спорна, так как при этом из организма удаляется и активный оксигемоглобин. Равным образом имеются серьезные возражения против применения морфия, наркотических веществ, также скополамина, легкого эфирного наркоза и т. п. для успокоения при болях, судорогах и состояниях возбуждения. Алкоголь также вреден. Тугое заворачивание беспокойных является лучшим методом. При долго длящейся глубокой потере сознания показано передвигание крови.

3. Последующее лечение. На первом месте стоит телесный и душевный покой. Каждое движение увеличивает кислородное голодание. Перевозка отравленных должна производиться при сопровождении. Автомобили должны быть вентилируемы, отравленный должен в них лежать, будучи должным образом фиксирован. Вследствие возможных расстройств сознания и состояния слабости эти отравленные должны при ходьбе поддерживаться. При кормлении необходимо быть крайне осторожным, так как отравленный может давиться пищей, в результате чего может наступить аспирационная пневмония. С целью избежать последующих заболеваний, особенно воспаления легких, необходимо чаще менять положение отравленных в постели. Кроме того необходим тщательный уход и длительное наблюдение. В остальном симптоматическое лечение.

В случае явлений ацидоза при последующем лечении рекомендуется интравенозное введение двууглекислого натрия (3%, до 1 л). Новым методом является применение серноватистокислого натрия (10—20 г подкожно или интравенозно), облучение ультрафиолетовым светом и вдыхание кислорода в камерах под давлением 2,5 ат (Холдэн, Шмидт-Кель³⁴).

б) Хроническое отравление. Прежде всего необходимо настаивать на удалении отравленного из опасного места и на оставлении им опас-

ной профессии. В дальнейшем показано поднятие питания, общее укрепление организма индивидуализированной терапией физическими методами, перемена климата, лечение ваннами и т. п.

Профилактика. Все помещения, где может появиться окись углерода, должны в течение длительного времени проветриваться.

Газовая сеть. Газовые горелки должны быть правильно отрегулированы, чтобы не могло быть проскоков. Все трубы также должны быть в исправности. Следует обезопасить себя от возможности ненамеренного открытия газовых кранов. Главный газовый кран никогда не должен закрываться без учета еще открытых мелких кранов. Особенно внимательным нужно быть при ремонте, при наличии низкого давления в сети и при закрытии ее. Наличие газовой сети в спальнях является постоянной опасностью. При газовых и ваннх печах необходимы соответствующие выводные трубы наружу.

Печи. Печи без тяги всегда опасны. Необходимо всегда проверять правильность тяги в печи (горящая бумага, табачный дым). Регулирование тяги должно производиться печной дверкой, а не верхней заслонкой. Следует всегда иметь в виду возможность обратной тяги топочных газов (при малом огне, неблагоприятных метеорологических условиях, при ветре, солнечном свете, быстром поднятии наружной температуры). Контроль за отопительной системой должен быть постоянным (негерметичность печей и труб, закупорка их, заклеенные обоями отдушки и камины). Следует избегать устройства общих каминов для нескольких квартир (проникновение газов «ложными путями»). При постройке необходимо выполнение всех официальных инструкций.

Промышленность. Пользование специальными противогазами. Осторожность при входе в каналы, шахты, газоприемники и пылевые камеры. Вследствие стремления газа вверх, особенно нужно быть осторожным с газометрами, с верхними частями печей, на крышах, у верхних частей кранов и рабочих площадок. Устройство газогенераторов в погребах нецелесообразно.

Исключительно широкое применение в технике горючих газов, содержащих окись углерода, вызвало необходимость в издании ряда постановлений и правил, касающихся мероприятий по предупреждению отравлений этими газами в различных отраслях промышленности. Ссылки на эти постановления частично приведены в разделе «Горючие газы» (стр. 634), «Силовые газы» (стр. 638), а также у Лазарева и Астраханцева, «Химически вредные вещества в промышленности», ч. II, стр. 174—178 (1935).

Индикация и определение. Для индикации и определения окиси углерода предложено большое число методов и аппаратов. Относительно их точности и применимости мнения расходятся*.

Здесь мы приводим только важнейшие.

I. Биологическая индикация на живых животных. Небольшие животные (мыши, канарейки) вносятся в испытуемое помещение. У мышей граница восприимчивости лежит приблизительно у 0,03—0,05% окиси углерода, у канареек у 0,06—0,1%.

II. Единственный специфический метод индикации окиси углерода основан на способности этого соединения образовывать в крови карбоксигемоглобин, который и определяется.

* Критическую оценку различных методов дает Смольчик [Die Gasmasken, 9 (1930)]; там же исчерпывающий указатель литературы.

1. Спектроскопический метод. Карбоксигемоглобин обладает характерным спектром, состоящим из двух полос поглощения, расположенных между линиями D и E. Эти абсорбционные полосы почти идентичны с такими же полосами оксигемоглобина. В противоположность последнему однако карбоксигемоглобин является более стойким по отношению к восстановителям. При прибавлении к свежей крови сернистого аммония обе полосы поглощения исчезают и заменяются только одной более широкой и немного более яркой полосой, между тем как кровь, содержащая карбоксигемоглобин, остается при этом без изменения (рис. 21—23).

По этому методу испытуемый воздух пропускается через разведенную в 10 раз кровь, которая затем подвергается спектроскопическому исследованию. Метод этот применим только при наличии сравнительно больших количеств окиси углерода.

По Фогелю и др. кровь разбавляется водой до тех пор, пока жидкость сохраняет еще розовый оттенок, но в спектре ее ясно заметны полосы поглощения оксигемоглобина. 2—3 см³ этого раствора крови затем взбалтываются в течение некоторого времени в 100-см³ колбе с испытуемым воздухом. При прибавлении после этого в колбу сернистого аммония карбоксигемоглобин может быть открыт спектроскопически еще при содержании окиси углерода в воздухе в количестве 0,25%. Метод этот бывает более точным, если взять больше испытуемого воздуха, например если в 6—10-литровую колбу придать разведенную кровь (5—10 см³ крови на 50 см³ воды) и вдувать туда с помощью меха испытуемый воздух. Колбу после этого закупоривают и встряхивают в течение 20—30 мин., а затем, как указано выше, подвергают кровь восстановлению. Чувствительность метода при этом достигает возможности определения 0,05% окиси углерода. Уффельман еще более увеличил чувствительность этого метода путем прибавления к смешанной с сернистым аммонием крови небольшого количества 10%-ного раствора едкого натра, при этом становится возможным открыть 0,033% окиси углерода. Наконец Никлу²⁸ предлагает путем прибавления к крови нескольких капель двухпроцентного раствора сапонина достигнуть чувствительности метода до 0,002% окиси углерода.

2. Цветные реакции крови, содержащей окись углерода, с химическими индикаторами.

а) Метод Кункеля, Велтцля, Андриски и др. После поглощения окиси углерода из 10 л воздуха 20 см³ 20%-ного раствора крови прибавляются различные вещества, осаждающие белки. При этом образуются различные цветные осадки. Так 5 см³ раствора крови дают с 15 см³ 1%-ного раствора таннина уже через 1—2 часа, а еще яснее через 24 часа коричневато-красный осадок. Аналогичный красно-коричневый осадок дают 10 см³ раствора крови с 5 см³ 20%-ного железистосинеродистого калия и с 1 см³ 30%-ной уксусной кислоты. При нормальной же крови эти осадки серо-коричневого цвета. Оба метода являются чрезвычайно чувствительными; предполагаемая однако чувствительность метода (до 0,0005%) оспаривается Смольчиковым.

б) Метод Гоппе-Зейлера. Кровь, содержащая окись углерода, дает при взбалтывании с едким натром белую, а затем светло-красную муть. Нормальная кровь при этом окрашивается в грязно-бурый цвет. Метод этот однако применим только для индикации значительных количеств окиси углерода.

с) То же следует сказать и о методе Сальковского, основанном на том, что кровь, содержащая окись углерода, не изменяется

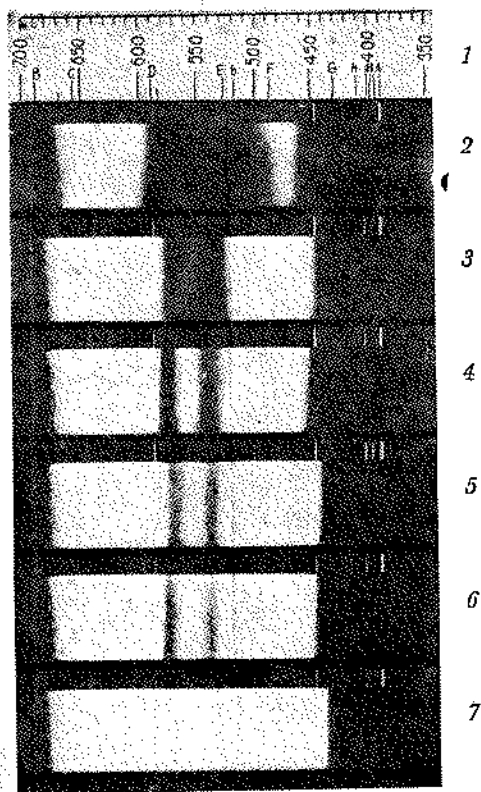


Рис. 21. Карбоксигемоглобин и оксигемоглобин. Различные концентрации крови одного и того же кролика до и после обработки окисью углерода (по Росту, Францу и Гейзе)

1 — шкала спектра; 2 — кровь с оксигемоглобином 1:70; 3 — кровь с карбоксигемоглобином 1:70; 4 — кровь с оксигемоглобином 1:100; 5 — кровь с карбоксигемоглобином 1:100; 6 — кровь с оксигемоглобином 1:150; 7 — кровь с карбоксигемоглобином 1:150.

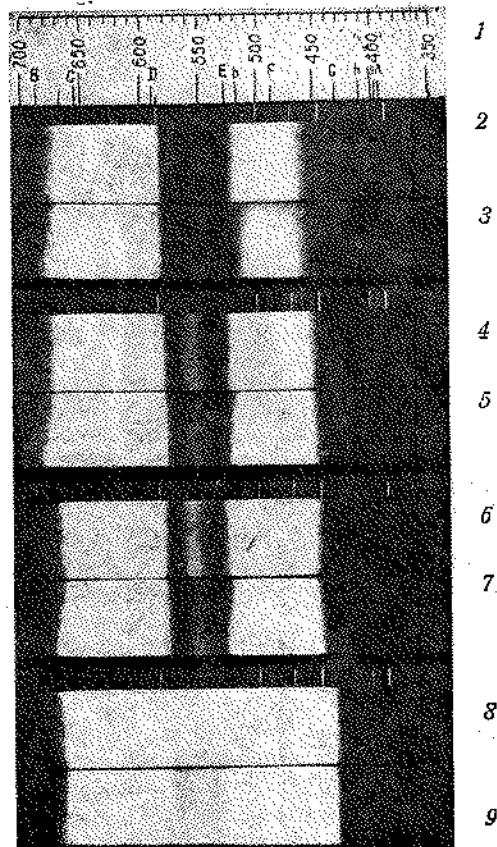


Рис. 22. Карбоксигемоглобин (отравление светильным газом). Сравнение крови, содержащей окись углерода с нормальной человеческой кровью (по Росту, Францу и Гейзе)

1 — шкала спектра; 2 — нормальная кровь 1:100; 3 — кровь, содержащая окись углерода 1:100; 4 — нормальная кровь 1:150; 5 — кровь, содержащая окись углерода 1:150; 6 — нормальная кровь 1:200; 7 — кровь, содержащая окись углерода 1:200; 8 — нормальная кровь 1:300; 9 — кровь, содержащая окись углерода 1:300.

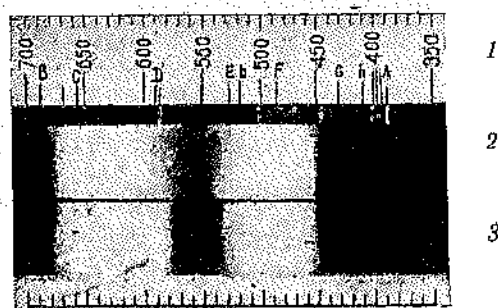


Рис. 23. Карбоксигемоглобин, обработанный сернистым аммонием. Кровь, содержащая светильный газ, по сравнению с нормальной кровью

1 — шкала спектра; 2 — нормальная кровь 1:200 с сернистым аммонием; 3 — кровь, содержащая светильный газ 1:200 с сернистым аммонием.

от сероводорода, между тем как нормальная окрашивается в грязно-зеленый цвет вследствие образования сульфометгемоглобина.

Объемный метод Слайка и Сальвезена³⁸ основан на разрушении карбоксигемоглобина железосинеродистым калием и объемном определении освободившейся окиси углерода после абсорбции кислорода щелочным раствором пирогаллола. Для одного определения, продолжающегося 10—15 мин., достаточно 2 см³ крови.

III. Практически гораздо более, чем вышеописанные методы, подходят неспецифические методы индикации окиси углерода, которые большей частью основаны на ее восстановительной способности. Так например, соли благородных металлов, а именно серебра, золота и палладия восстанавливаются окисью углерода до соответствующих металлов. Все эти способы однако не являются специфическими, поскольку и другие восстанавливающие газы действуют таким же образом. Другим недостатком данного метода является чувствительность реактивов, составленных из упомянутых солей, к восстанавливающему действию света.

1. Серебряная проба: воздух, содержащий окись углерода, при встряхивании с аммиачным раствором азотнокислого серебра образует в последнем черный осадок.

2. Более пригодным является, чаще применяемый на практике, метод с хлористым палладием. Пользуются 0,2%-ным раствором хлористого палладия или лучше реактивной бумажкой, смоченной сперва 1%-ным раствором хлористого палладия, а затем, после высушивания, 5%-ным раствором уксуснокислого натрия. Согласно указаниям Л. Г. Мейера эта бумажка окрашивается в черный цвет при концентрации окиси углерода в 0,76% сейчас же, при концентрации в 0,076% через минуту, а при концентрации 0,0076% через 20 мин.

По Ван-Итали и Бильсма¹⁷ черное окрашивание реактивной бумажки наступает при 0,05% окиси углерода через несколько минут, при 0,01% через 2—4 часа, а при 0,005% через 24 часа. На этом методе основан «Определитель окиси углерода» по Новицкому³².

По мнению Лежандра и Тевенена еще чувствительнее является раствор, содержащий в литре 0,25 г хлорного золота и 0,78 г хлористого палладия. Этот раствор позволяет открыть еще 0,001% окиси углерода.

Применение метода индикации окиси углерода с помощью палладия целесообразно только при отсутствии солнечного света и при отсутствии других восстанавливающих газов, в том числе аммиака и сероводорода. В противном случае имеют значение только отрицательные результаты. Для индикации окиси углерода при взрывах премучного газа, в горючих газах и т. д. этот метод применим только в том случае, если все эти газы содержат не более 1% водорода, кроме того, при этом должны быть предварительно удалены с помощью брома и т. п. имеющиеся ненасыщенные углеводороды. То же относится к сероводороду и к аммиаку.

Метод этот может быть применен при известных условиях и для количественного определения окиси углерода*.

3. Метод с пятиокисью иода (по Дитте и др.,

* Подробно об этом см. Gadamer, Lehrbuch der chem. Toxikologie, стр. 46, 1909, а также Lunge-Berl, Chem.-techn. Untersuchungsmethoden Bd. I, 666, 1921.

особенно Шлепфер и Гофман). Пятиокись иода имеет по отношению к солям металлов то преимущество, что она восстанавливается только при высокой температуре и потому условия опыта могут быть определены более точно. Метод предназначен для быстрого определения окиси углерода. Так как однако этот метод неспецифичен, то предварительные должны быть удалены все другие восстановители. Для избежания значительных ошибок необходимо пропускать испытуемый воздух не только через обычные поглощающие среды (растворы концентрированной серной кислоты, едкого натра и т. д.), но и через слой активированного угля (так называемый противогазовый уголь) толщиной по крайней мере в 6 см. Если пятиокись иода суспендирована в дымящей серной кислоте, то восстановление происходит уже при обыкновенной температуре. Если исходные продукты реакции наносятся на пемзу, то при реакции получается окрашивание, которое при увеличивающемся содержании окиси углерода переходит из зеленого в черно-бурое. На указанном принципе сконструирован употребляемый в США «гуламитовый определитель». Предел погрешности этого метода доходит до 25%.

IV. Некоторые методы индикации окиси углерода (при условии удаления других газов) основаны на определении теплоты, освобождающейся при сжигании СО в особых приборах. Такие приборы при неизменяющихся условиях опыта (скорости тока воздуха, исходной температуре, предварительной очистке воздуха) могут быть калиброваны и тогда они в состоянии сразу показывать количество окиси углерода.

Анализ основан на определении теплового эффекта, получающегося при окислении испытуемой газовой смеси. С помощью специального катализатора сжигание этой смеси проводится в узко ограниченном пространстве. Поэтому получающаяся при этом теплота значительно повышает температуру в камере сжигания. Такое повышение температуры можно или прямо измерить с помощью термометра или фиксировать с помощью записи кривой. Через реакционную камеру просасывается и нагнетается с постоянной скоростью известная часть испытуемой газовой смеси и измеряется температура в камере. Последняя устанавливается приблизительно через 10—12 мин. Сама камера нагревается с помощью водяной бани до определенной температуры.

Относительно других способов индикации или определения окиси углерода см. учебники аналитической химии.

Все же, несмотря на большое число предложенных методов и аппаратов для определения окиси углерода, до сего времени нет ни одного простого индикатора, который бы мог в руках необученного человека открыть этот газ при содержании его в воздухе в минимальных токсических концентрациях (0,03—0,05%).

Литература

1. Barkan, по Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie Bd. 6, S. 114, 1928.
2. Bock по Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. 1, S. 69, 1923.
3. Burrell, Zentralblatt Gewerbehyg. 1, 279 (1913).
4. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 93, 65 (1928).
5. Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie. 1929.
6. Gorn, Zentralblatt Gewerbehyg. 10, 97 (1922).
7. Gruber, Arch. f. Hyg. I, 145 (1883).
8. Haggard, H. W., The Behaviour of the Heart under Carbon Monoxide Poisoning. Amer. Journ. Physiol. 56, 390 (1921).

9. Haggard, H. W., Growth of Neutroblast in the Presence of Carbon Monoxide. Amer. Journ. Physiol. 60, 244 (1922).
 10. Haldane a. Douglas, Journ. of compar. Physiol. 22, 239 (1897).
 11. Haldane a. Smith, Journ. of compar. Physiol. 44, 319 (1912).
 12. Henderson-Haggard, Noxious Gases. 1927 (рус. пер., Гострудиздат, 1930).
 13. Henderson a. Haggard, Health Hazard from Automobile Exhaust Gas in City Streets, Garages and Repair Shops. Journ. amer. med. Assoc. 81, 385 (1928) (там же литература).
 14. Henderson, Haggard, Teague, Prince a. Wunderlich, Physiological Effects of Automobile Exhaust Gas and Standards of Ventilation for Brief Exposures. Journ. ind. Hyg. 3, 79, 137 (1921). — далее см. Journ. engin. Chem. 16, 229 (1922).
 15. Heubner, Die gewerbliche Kohlenoxydvergiftung. Beihefte zum Zentralblatt Gewerbehyg. 1 (1925); к этому дискуссионные примечания J. Löwy.
 16. Hofer, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 111, 184 (1925).
 17. van Itallie u. Bijlsma, Toxikologie, S. 183, 1928.
 18. Kochmann, Biochem. Ztschr. 111, 39 (1920).
 19. Kohn-Abrest, Ann. d'hygiène publ. 1927, 213.
 20. Lehmann, Arch. f. Hyg. 37, 336 (1900).
 - 21a. Lewin, Die Kohlenoxydvergiftung. Berlin 1920.
 - 21b. Lewin, Seltene Wirkungsfolgen der Kohlenoxydvergiftung. Berlin 1929.
 22. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. 1927.
 23. Löwy, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 3 (1926).
 24. Löwy, Ztschr. f. Hals-Nasen-Ohrenkrankh. 1926.
 25. Marcacci, Arch. Ital. Biol. 19, 144 (1893).
 26. Merkblätter des Reichsgesundheitsamtes über Entstehung und Behandlung der Kohlenoxydvergiftung im täglichen Leben und in Bergwerken. 1928 bzw. 1925.
 27. Nasmith a. Graham, Journ. of compar. Physiol. 35, 32 (1906).
 28. Nicloux, Bull. Soc. Chim. de France 37, 760.
 29. Nicloux, Ann. d'hygiène publ. 4, 637 (1926).
 30. Nicloux, L'oxyde de Carbone et l'intoxication Oxycarbonique. Paris 1925.
 31. Nicloux u. Herson, Comptes rendus de la Soc. de biol. 92, 174 (1925).
 32. Nowicki, Chem.-Ztg. 1911, 1920.
 33. Pokrowsky, Virchows Arch. f. Anat. u. Phys. 30, 530 (1864).
 34. Schmidt-Kehl, Die Therapie der gewerblichen Kohlenoxydvergiftung. Beiheft 17 zum Zentralblatt Gewerbehyg. 1930, 56.
 35. Schütze, Arch. f. Hyg. 98 (1927).
 36. Scott-Dodd, Journ. Franklin Inst. 205, 428 (1928) (у Smolezyk).
 37. Sherman, O'Neill, Swindler, Mac Ellroy a. Yant, Journ. amer. med. Assoc. 88, 1228 (1928).
 38. Slyke a. Salvesen, Journ. Biol. Chem. 1919, № 40.
 39. Smolezyk, Gasmaske 1, 9 (1930).
 40. Stadie a. Martin, Journ. clin. research. 2, 77 (1925).
 41. Straub, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 38, 141 (1897).
 42. Walton a. Witherspoon, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 26, 315 (1925).
 43. Wirth, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 157, 264 (1930).
- Смотри также:
 Pfeil, Merkblatt über berufliche Kohlenoxydvergiftung (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 50, Berlin 1930).

Дополнительная литература

- Baader, Gewerbekrankheiten, Berlin (1931).
 Buresch, Arch. f. Hygiene. 109, 211 (1933).
 Campbell, Journ. of physiol. 77 (1932).
 Dassel, Gasmaske, 4, H. 1, 5 (1932).
 Dudding, Dudley a. Frederick, The production of carbon monoxide from paint in sealed compartments, Journ. ind. hyg. 13, 333 (1931).
 Fieldner, Sayers, Yant, Katz, Sohan, Leitch, Warning agents for fuel gases. Bureau of Mines, Monograph. 4, New-York (1931).
 Gettler a. Mattice, Journ. Amer. med. assoc. 100, 92 (1933).
 Grawitz, Gasmaske, H. 1, 13 (1932).
 Kremer, Gasmaske, H. 1, 1 (1932).
 Kuntzen, Deutsche med. Woch. № 31 (1931).

- Lechleitner, Führers Samml. v. Vergift. 4, 4. Berlin (1933).
 Litzner, Arch. f. Gewerbepathol. 1, 749 (1931).
 May, Klin. Wochenschr. 1130 (1931).
 Reploh, Arch. f. Hygiene 107, 283 (1932).
 Sumaniski, Arch. f. Gewerbepathol. 4, 199 (1933).
 Аверьянов и Гурвич, Вентиляция промышл. предприятий (1932).
 Арановский, Гигиена труда № 11, 60 (1928); № 5, 28 (1927). Санит.
 охр. труда, вып. 4, Харьков (1925).
 Бенсман, Гигиена безопасн. и патол. труда № 4—5, 61 (1931); Гигиена
 труда № 4, 52 (1926).
 Богорад, Бюлл. Ленингр. инст. гиг. труда и техн. безопасн. № 7—8,
 64 (1931).
 Бруевич, Оздоровл. труда и револ. быта, 10, 195 (1926).
 Бубарев и Салтанович, Гигиена безопасн. и патол. труда № 3,
 93 (1931).
 Быховский, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6, 43 (1930).
 Вигдорчик, Професс. патология, стр. 289, Медгиз (1930).
 Виленский, Уральск. медиц. обозрение, 3, № 4—5, 125 (1924).
 Виноградов, Моск. медиц. журнал № 2 (1928).
 Гальберштат и Поляк, Проблема выхлопных газов в сельском
 хозяйстве (СО на тракторе и комбайне). Профилактическая медицина, XIII,
 46 (1934).
 Гельман, Введение в клинику професс. отравлений, стр. 188, Мо-
 сква (1929).
 Гитис, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 2, 104 (1930).
 Горкин и Каплан, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 5, 47 (1930).
 Гринштейн, Врачебное дело (1927).
 Гринштейн и Полова, Труды Украинского ин-та гигиены и патол.
 труда № 6; Гигиена, безопасн. и патол. труда № 10, 115 (1929).
 Гродзовский и Дьяков, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6,
 42 (1929).
 Гродзовский, Профессион. патол. и гигиена, сборн. 5 (1929).
 Гроссман и Косолапов, Труды Украинск. госуд. ин-та гиг. и патол.
 труда, вып. 7 (1928).
 Дмитриев, Гигиена труда № 1, 51 (1927).
 Забелин, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 1, 114 (1929).
 Злотников, Журн. соврем. хирургии № 1 (1928).
 Каган, Методы определения окиси углерода, Гиг. труда № 2, 1935 г.
 Каган, Труд в литейных, Харьков (1925).
 Кацман, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 12, 110 (1929).
 Кернер, Днепронетр. мед. журн. № 1—3 (1930); Журн. суд.-медиц.
 экспертизы № 13 (1930).
 Кузнецов (ред.), Гигиена и патол. труда автоработников, Гострудиз-
 дат (1930).
 Он же, Гигиена труда № 9, 94 (1928).
 Он же, Гигиена безопасн. и патол. труда № 1, 42 (1931).
 Курбатов, Гигиена труда, № 11, 107 (1928).
 Кушаковский, Гигиена безопасн. и патол. труда № 2, 70 (1931); Гигиена
 и безопасн. труда № 3, 75 (1933).
 Лавровский, Статья в книге Гельмана, стр. 284.
 Лебедев, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 4—5, 90 (1931).
 Левитин и Хаит, Врачебное дело № 19 (1929).
 Летавет и Смелянский (ред.), Санитарные условия труда в газо-
 ном производстве, Москва (1924).
 Лившиц, Гигиена труда № 5—6, 95 (1926).
 Ломов и Зыкин, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 10—11,
 126 (1931).
 Лукомский, Гигиена труда № 3—4 (1923).
 Макринов, Гигиена и безопасн. труда № 3, 63 (1923).
 Марголин, Бюлл. Ленингр. ин-та орган. и охраны труда № 7—8 (1931).
 Любушин, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 1, 32 (1931); Гигиена
 труда № 12 (1927).
 Медведев, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 3, 92 (1930).
 Мостославский, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 7, 55 (1929).
 Мордкин, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 2 (1930).
 Навроцкий, Гигиена труда № 1, 47 (1928); № 5, 38 (1927).
 Навяжский, Труды научно-исслед. секции ленингр. обл. отдела труда,
 1, (1927).

- Натансон, Врачебное дело № 9, 10 (1930).
Памфилов (ред.), Промышл.-санитарная химия, стр. 72, Заочные курсы по труду и соцстраху. Соцэгиз (1931).
Перлина, Врачебное дело № 5—6 (1931).
Петерсон, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 1, 80 (1931).
Разгуляева и Карасик, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 1, 36 (1931).
Рутенберг, Труды II Всесоюзного съезда отоларингологов (1927).
Скачков, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 10, 108 (1930).
Степанов, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 3, 39 (1930).
Тихомиров, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8—9 (1931).
Черкес, Врачебное дело № 7 (1930).
Черкес, Дунаевский и Карпенко, Хроническое отравление окисью углерода в свете экспериментальных данных, Гиг. труда № 2 (1935).
Черкес и Мельникова, Труды Украинск. ин-та гигиены и патол. труда, вып. 6.
Четвериков, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8—9, 148 (1931).
Явич, Гигиена труда № 6, 34 (1928).
Якимчик, Законодательство по техн. безопасн. и промышл. санитарии, 4-е изд., Гострудиздат (1930).
См. также в сборнике «Труды и материалы» Укр. гос. ин-та патол. и гигиены труда, вып. VI. «Промышленные яды» под ред. Кагана Э. М. — статьи Черкеса и Городецкого, Залкинд, Давыдовой, Кандыбы, Пейсахович, Гуревич и Горкина, Чуманова и Юдина, Асс (1928).

Углекислота (двуокись углерода)

Формула: CO_2 . Мол. в.: 44,0

Нахождение в природе. Углекислота содержится в вулканических газах, в воздухе рудников, в углекислых источниках, а также в атмосферном воздухе, в количестве приблизительно 0,03—0,04%.

Получение. Углекислота получается из природного газа, обжигом известняка, из горючих газов генераторов и т. п. Углекислота выделяется при дальнейшем прокаливании и сжижается под давлением.

Свойства. Бесцветный газ со слабым кислототоколющим запахом и вкусом; плотность 1,524. Литр газа весит 1,83 г. Под давлением сгущается в бесцветную, легко подвижную жидкость с уд. в. при 15° 0,814 и с темп. кип. — 78°. Килограмм жидкой углекислоты соответствует при 0° и 760 мм давления 509 л газа, а литр жидкой углекислоты при тех же условиях 462 л. При нормальном (атмосферном) давлении жидкая углекислота легко испаряется; вследствие наступающего при этом охлаждения часть углекислоты замерзает в плотную, похожую на снег, массу.

Возможности отравления. Отравления углекислотой возможны при появлении ее в рудниках, шахтах, особенно в угольных копях, также в калийных рудниках и при сооружении туннелей. При пожарах в шахтах, взрывах гремучего газа и угольной пыли отравления большей частью бывают одновременно с отравлением окисью углерода (см. «Комбинированные отравления»). Далее отравления возможны на сахарном производстве (сатураторы); на известковых и кирпичных заводах; при проливании кислот из баллонов или других резервуаров на известняк и т. п., при производстве минеральных вод; на бродильных заводах, например в бродильных и дрожжевых фабриках и вообще при всех процессах брожения, особенно растительных материалов.

Помещение, где хранится табак, содержит очень много углекислоты и мало кислорода. Главным условием является здесь влажный воздух. Присутствие микроорганизмов благоприятствует этому³. То же наблюдается в сене, прорастающем картофеле, при силосовании.

Наконец отравления углекислотой возможны при всех процессах гниения или тления (помойные ямы, могилы и т. п.), обыкновенно вместе с отравлением сероводородом и аммиаком (см. раздел «Комбинированные отравления»).

Всюду, где образуется или выделяется углекислота, она вследствие своего значительного веса скапливается внизу; поэтому нужно быть осторожным при входе в закрытые помещения, где может иметься этот газ в большом количестве (шахтные колодцы, бродильные подвалы, силосные башни и т. п.).

Общий характер токсического действия. При наличии кислорода углекислота в достаточной концентрации обладает центральным действием как наркотик; возможно при этом, что кроме того она обладает и непосредственным действием на ткани. При недостатке кислорода углекислота — удушающий газ. Одновременно углекислота оказывает неспецифическое кислотное действие на кожу и слизистые оболочки.

О роли углекислоты в организме см. раздел «Общая физиология дыхания».

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. В общем животные менее восприимчивы к углекислоте, чем человек. В остальном данные о действующих концентрациях расходятся. По Кункелю ⁴ газовая смесь из 20% кислорода и 60—80% углекислоты, что соответствует приблизительно 1080—1440 мг/л, вызывает сейчас же тяжелую одышку, через 30—40 сек. потерю сознания, а через 15—20 мин. смерть; 30% углекислоты, что соответствует приблизительно 540 мг/л, через один или несколько часов вызывают наркоз, а 10% (приблизительно 180 мг/л) — ускорение дыхания и частый пульс.

С другой стороны, Прауснитц и Шултик ⁹ приводят следующие данные о токсичности углекислоты для собак, кошек, морских свинок, крыс и мышей.

10%	что соответствует приблизительно 180 мг/л, не оказывают заметного действия
25%	450 мг/л, вызывают быстрый наркоз
50%	900 мг/л, могут переноситься в течение 1½ часа
больше 60%	1080 мг/л, большей частью вызывают быструю смерть.

Смертельные концентрации для отдельных видов животных.

Для собак: 35,4—45,7%, что соответствует приблизительно 640—820 мг/л, иногда смертельны, иногда же переносятся в течение часов (Берт ⁷).

Для кроликов: 30—50% (приблизительно 540—900 мг/л) смертельны через 30—45 мин.; 25% (приблизительно 450 мг/л) — через 24 часа. При достаточном доступе кислорода в течение короткого времени могут переноситься до 65% (приблизительно 1170 мг/л) (Альбицкий ⁷).

Для крыс смертельны концентрации выше 10% (приблизительно 180 мг/л) (Флюри).

Для воробьев 24—28% (приблизительно 430—460 мг/л), смертельны только после действия в течение нескольких дней ⁷.

Для лягушек 13,5—17% (приблизительно 240—310 мг/л) смертельны только после действия в течение нескольких дней (Берт⁷).

После временного воздействия высоких концентраций углекислоты (60—80%, что соответствует приблизительно 1080—1440 мг/л) наступают запоздалые судороги. По Берту это бывает всегда с животными, которые дышат в течение некоторого времени воздухом, содержащим по крайней мере 25% углекислоты, т. е. приблизительно 450 мг/л (при 25% по крайней мере 20 мин., при 40%, что соответствует приблизительно 720 мг/л, около 3—4 мин.), и лишь при внезапном переходе на атмосферный или бедный углекислотой воздух.

2. У человека. Концентрации до 2½%, что соответствует приблизительно 45 мг/л углекислоты, не оказывают в общем никакого действия даже при вдыхании в течение часов⁹. При 3% (приблизительно 54 мг/л) дыхание ускоряется и углубляется; при 4% (приблизительно 72 мг/л) кроме этого наступают еще местные симптомы раздражения: чувство сдавливания головы, головная боль (иногда длящаяся часами), шум в ушах, сердцебиение, увеличение кровяного давления, замедление пульса, психическое возбуждение, головокружение, наклонность к обморокам, рвота. Особенно часто все это развивается при быстром, непосредственном действии соответствующей концентрации; при постепенном действии переносится еще 8% (приблизительно 144 мг/л), причем не отмечается тяжелых явлений. При 6% (приблизительно 108 мг/л) увеличение дыхания отмечается субъективно, при 8% (приблизительно 144 мг/л) отмечается уже значительная одышка. При содержании 8% углекислоты в воздухе частота дыхания не увеличивается или увеличивается незначительно, лишь при более высокой концентрации развивается тахипное (учащенное дыхание), а затем снова наступает замедление дыхания¹². При 8—10% (приблизительно 144—180 мг/л) быстро наступает потеря сознания и смерть вследствие остановки дыхания при явлениях пниоза. Судороги выражены неясно или их нет совсем. Сердце еще продолжает биться после остановки дыхания⁵. Концентрация в 20% (приблизительно 360 мг/л) в течение нескольких секунд вызывает полный паралич жизненных центров.

Указания Демаркэ⁵ о том, что 12,5% (приблизительно 225 мг/л) могут переноситься без вреда в течение 10 мин., следует считать ошибочными.

Кроме этих общих явлений углекислота вызывает также местные симптомы, которые зависят от кислотного характера этого газа. Отмечается пощипывание и покраснение кожи и слизистых оболочек носа, а также и конъюнктив, затем чувство жара и обильное потоотделение. При вдыхании углекислоты наблюдается затем кашлевое раздражение и чувство жара в груди. Индивидуальная чувствительность по отношению к такому местному действию углекислоты различна; местное действие иногда начинается только при 5% углекислоты (приблизительно 90 мг/л), иногда при 10—12% (приблизительно 180—216 мг/л), на кожу же в некоторых случаях только при 20% (приблизительно 360 мг/л)^{7; 9}.

В случае, если ноти поместить в слой углекислоты или если чистую углекислоту дуть на кожу, то у человека сперва наступает чувство жара, затем зуд и покалывание, а через некоторое время анестезия.

Возможность резорбции углекислоты через кожу была доказана Швенкенбехером¹¹; такая резорбция могла бы

объяснить терапевтическое действие углекислых ванн. С другой стороны однако имеются указания⁹ о невозможности констатировать резорбцию углекислоты через кожу.

На вскрытии отмечается темная, иногда однако светлокрасная кровь, кровоизлияния в полость черепа и в спинной мозг², иногда отек легких, кровоизлияния в слизистые оболочки и расширение сердца (Рейссер, Фридрих)⁸. Трупные пятна сине-красного цвета.

В том случае, если попытки к оживлению отравленного увенчиваются успехом, все явления отравления развиваются в обратном порядке; сознание обычно возвращается в течение нескольких минут. Чаще отравленный не помнит о том, что произошло, в частности об условиях получения им во время «оглушения» повреждений. При масочном отравлении в 1930 г. (в Нейроде) почти 30% спасенных имели укусы языка⁸.

Как последующие заболевания через день после отравления можно отметить: головную боль, общую слабость, жажду; далее своеобразное чувство давления в груди, увеличивающееся при глубоком вдохе до ощущения стеснения (вследствие усиленной вентиляции легких и вызванного ею перенапряжения диафрагмы?). У тяжело пострадавших можно было иногда констатировать кровохарканье, поднятие температуры, а временами и скоро проходящую глюкозурию. У людей с больными легкими отравление углекислотой может повести к развитию бронхопневмонии.

Индивидуальная восприимчивость очень различна. При катастрофе в Нейроде на одном и том же месте можно было обнаружить трупы и живых людей. Особенно восприимчивы сердечные и легочные больные⁸.

Токсичность углекислоты по Леману-Гессу

Экспозиция и действие	мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
При воздействии в течение 1/2—1 часа смерть сейчас же или позже	90—120	50 000—67 000
При воздействии в течение 1/2—1 часа опасно для жизни	60—80	33 500—44 500
При воздействии в течение 1/2—1 часа перенесено без последствий	60—70	33 500—39 000
Минимальная действующая концентрация при много часовом воздействии	20—30	11 000—16 700
Переносится в течение 6 час. без существенных симптомов	10	5550

б) Привыкание к углекислоте

Прауснитц⁹ не мог отметить привыкания к углекислоте; скорее наблюдалось увеличение восприимчивости.

С другой стороны, Леман⁵ сообщает, что крепкие здоровые мужчины в бродильных погребах в течение многих лет выносили 1—2,5% углекислоты (приблизительно 18—45 мг/л), хотя они временами при действии на них 6—12% углекислоты (приблизительно 108—216 мг/л) получали легкие или тяжелые отравления.

с) Хроническое отравление углекислотой не известно и по крайней мере не доказано.

Терапия. Искусственное дыхание. Кислородная терапия в связи с обычными методами оживления. При очень тяжелых случаях кровопускание с последующим вливанием солевого раствора. При своевременном удалении пострадавшего из отравленной атмосферы наступает самостоятельное выздоровление, если дыхание еще сохранено. При отравлении очень высокими концентрациями углекислоты (особенно при комбинированных отравлениях) часто все попытки к спасению отравленного оказываются безуспешными или же развиваются тяжелые последующие заболевания.

Профилактика. В воздухе промышленных предприятий содержание углекислоты не должно превышать 0,5—1%, или приблизительно 9—18 мг/л.

Ср. также нижепомещенные выдержки из «Обязательного постановления по устройству и содержанию свеклосахарных заводов». (Утв. НКТ СССР 1/XI 1923 г. Сб. НКТ 1924 г., вып. V).

15. Перед спуском рабочих в котлы, ямы, колодцы и подполье необходимо предварительно производить тщательное проветривание их и проверку чистоты воздуха. При чистке и ремонте паровых, сатурационных и других котлов рабочие могут спускаться внутрь котла лишь с разрешения ответственного дежурного по заводу, который должен при этом убедиться, что все вентили и краны, подающие в котлы пар, горячую воду и соки, закрыты и заперты на замок.

36. При чистке и ремонте сатурационных котлов следует предварительно тщательно проветилировать их и потом посредством опускания свечи испытать воздух котла. Газовый и паровой вентили должны быть предварительно плотно закрыты и заперты на замок.

36. Во все время нахождения рабочего в котле за его работой должен следить дежурный техник.

37. Если ремонтируемый котел соединен общей трубой с работающими котлами, то он должен быть надежно выключен от них перед началом ремонта.

38. Сатурационные котлы должны быть снабжены вытяжными приспособлениями с побудительной тягой.

(Якимчик, 1930 г., стр. 420—422).

См. также выдержки из «Обязательного постановления о мерах безопасности для холодильных устройств» (утв. НКТ СССР 23/X 1924 г.) на стр. 191 и из «Временных правил устройства, содержания и освидетельствования баллонов для сжатых и сгущенных газов» (утв. НКТ СССР 29/VII 1933 г.) на стр. 192.

Ниже помещаем выдержки из «Правил об устройстве и содержании пивоваренных и солодовенных заводов и солодовен» (Обяз. пост. НКТ СССР 19/II 1929 г. «Изв. НКТ», 1929 г. № 7—8).

14. Холодильные тарелки должны находиться в специально для этого предназначенных помещениях, расположенных по возможности в самых высоких частях здания.

Помещения эти должны иметь окна для циркуляции воздуха, снабженные створками, регулирующими приток воздуха.

16. Помещение бродильни должно быть высотой не менее 3,5 м и должно проветриваться для удаления углекислоты наружу.

17. Железобетонные или алюминиевые бродильные чаны должны быть снабжены специальным краном для отсасывания или оттока наружу углекислоты, накапливающейся в них после выкачивания зеленого тина.

(Якимчик, 1930 г., стр. 429—431; Марфенин и др., 1935 г., стр. 340—346).

Индикация. Горящие свечи, масляные и бензиновые лампы тухнут, когда в атмосфере содержится уже около 10% углекислоты; с другой стороны, ацетиленовые лампы тухнут только при 30—36% и потому для индикации углекислоты не годятся⁹. Этот метод индикации применим однако только в том случае, когда имеется уверенность, что налицо нет никаких горючих газов (светильный газ, метан и т. д.), так как иначе могут произойти сильные взрывы; во всяком

случае прекращения горения или слабое горение указывают на присутствие углекислоты. При содержании в воздухе по крайней мере 2% углекислоты горящее пламя получает красноватую окраску (Леман). Как и при других газах, некоторые специалисты рекомендуют для определения того, что данное помещение доступно для людей, использовать мелких грызунов (мышей и крыс)⁹. Так как однако эти животные гораздо менее восприимчивы к углекислоте, чем человек, то эта проба небезопасна и вряд ли может быть рекомендована.

Определение. Воздух пропускают или через 33%-ный раствор едкого кали, после чего его взвешивают, или же пропускают через титрованную баритовую воду и затем титруют 0,1 N раствором щавелевой кислоты.

Определение углекислоты в дымовых газах производится с помощью так называемого «определителя дымовых газов» и основано или на чисто физических принципах или на принципах абсорбции.

Литература

1. Drescher, Diss., Würzburg 1920.
2. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, S. 78, 1866.
3. Frederick, Journ. of Hyg. 19, 205.
4. Kunkel, Handbuch der Toxikologie, Jena 1901.
5. Lehmann, Arch. f. Hyg. 34, 335 (1899).
6. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich, S. 362, 363, 1927.
7. Loewy в Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. 1, S. 120, 1923 (там же литература).
8. Parade, Dtsch. med. Wchschr. 1930, 1385.
9. Prausnitz u. Schultzik, Dtsch. med. Wchschr. 54, 504 (1928).
10. Schultzik, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 76 (1928).
11. Schwenkenbecher, Virchows Arch. f. Anat. u. Phys. 1904, 140.
12. Winterstein, Narkose. 1926.

Дополнительная литература

- Middleton, Journ. of industr. Hygiene, № 8 (1932).
 U. S. Nav. Bull. Oct. 1 (1931); по Центр. мед. журн. 9, № 5—6 (1932).
 Беркович и Шуб, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8, 9 (1931).
 Беркович, Шуб и Баранов, Труды и материалы Макеевского ин-та по безопасн. горных работ, вып. 10.
 Вигдорчик, Гигиена труда № 4, 62 (1926).
 Горелов, Гигиена труда № 5, 96 (1928).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышл. предприятиях, стр. 61, 2-е изд., Соцгиз (1931).
 Жандр, О влиянии выдыхаемого воздуха на животных. Дисс. СПб (1897).
 Каменщикова, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 12, 44 (1931).
 Левитский, Гигиена труда, № 1, 116 (1928).
 Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, Профиздат (1935).
 Раскин и Мищенко, Гигиена труда № 6, 94 (1928).
 Раскин, Гигиена безопасн. и патол. труда № 3, 36 (1931).
 Рязанов, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6, 38 (1931).
 Хлопин, Хим. промышл. и народное здоровье, очерк II, стр. 60, Химтехиздат (1921).
 Хмаладзе, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 7 (1929).
 Яблонский, Гигиена труда № 11 (1928).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасн. и пром. санитарии, 4-е изд., Гострудиздат (1930).

Фосген

Формула: COCl_2 . Мол. в.: 98,91.

Получение. Фосген получается из хлора и окиси углерода в присутствии животного угля в качестве катализатора. При применении

вместо окиси углерода генераторного газа получается газовая смесь, содержащая приблизительно только 10—12% фосгена. Газ улавливается специальными растворителями для фосгена (главным образом тетрахлорэтаном), а затем выделяется из раствора нагреванием и сжимается.

Свойства. Газ с удушливым запахом; уд. в. при 0° и 760 мм давления 1,43. Литр газа весит 4,11 г. Легко сгущается в бесцветную жидкость, темп. кип. которой 8,2°, а темп. замерзания — 118°. Упругость пара фосгена при 12,5° равна приблизительно 890 мм. Легко растворяется в органических растворителях, например толуол растворяет 245 объемов фосгена. Являясь хлорангидридом кислоты (хлорид угольной кислоты), фосген исключительно активен химически. Вода разлагает его на угольную кислоту и хлористый водород, поэтому на влажном воздухе фосген дымит вследствие образования тумана соляной кислоты. В продажу фосген выпускается или в виде 20%-ного раствора в толуоле (для лабораторных целей) или в сгущенном состоянии в баллонах.

Возможности отравления. Чаще всего отравления фосгеном имеют место благодаря вытеканию больших количеств его вследствие негерметичности или разрывов труб, баллонов, цистерн.

Далее отравления фосгеном могут произойти благодаря разложению хлороформа при нагревании (например на открытом газовом пламени и т. п. в операционных комнатах¹³); также и при сжигании так называемой смеси Бергера, состоящей из цинковой пыли, кизельгура и четыреххлористого углерода вследствие разложения четыреххлористого углерода и наконец при применении огнетушителей с четыреххлористым углеродом или других аналогично действующих приборов для тушения пожаров в замкнутых помещениях, как штольни рудников, или внутри зданий.

После ряда подобных несчастных случаев при Горном управлении США были поставлены соответствующие опыты. Четыреххлористый углерод расплылся на нагретом железе или на открытом пламени в камере объемом 1000 куб. футов. При расходе от 0,3 до 1,0 л четыреххлористого углерода в камере создавалась концентрация фосгена, равная 15—16,8 частей на миллион, что соответствует приблизительно 0,06—0,068 мг/л, общее же количество образовавшегося фосгена при данных условиях было равно от 0,4 до 0,5 л¹⁴.

См. также раздел «Современные средства огнетушения».

Тетрахлорэтан может также при аналогичных обстоятельствах быть источником образования фосгена.

Во время мировой войны фосген был применен как боевое отравляющее средство.

Общий характер токсического действия. Фосген является раздражающим веществом для легких (преимущественно нижних отделов дыхательных путей — мелкие и мельчайшие бронхи, альвеолы) вследствие местного повреждения эндотелия легочных капилляров, и только в очень незначительной степени его действие простирается на верхние дыхательные пути.

Механизм действия яда. Отравление фосгеном представляет собой типичное отравление раздражающим газом. Ввиду широкого применения фосгена как боевого отравляющего вещества во время мировой войны, сущность отравления им была изучена особенно подробно^{15; 16}.

Раздражающее действие фосгена на верхние дыхательные пути и на слизистые оболочки глаза сравнительно незначительно. Оно главным образом зависит от небольших количеств соляной кислоты,

которые образуются в результате разложения фосгена на влажных поверхностях соответствующих слизистых оболочек.

Основное количество вдыхаемого фосгена доходит до легких. Запирательный рефлекс наступает только при более высоких концентрациях. При воздействии высоких концентраций фосгена происходит ожог легких кислотой с явлениями судорог бронхиальной мускулатуры и полной остановкой легочного кровообращения, в результате чего наступает внезапная смерть от удушья.

С другой стороны, вдыхание разведенной смеси фосгена и воздуха ведет к раздражению альвеолярных стенок и расположенных там капилляров. «Прежде всего наступает расширение сосудов: легкое «краснеет». Кровообращение во всем органе все более и более затрудняется» (Риккер). Если не наступает полной остановки кровообращения в малом кругу и вследствие этого внезапной смерти от удушья (как при вдыхании очень высоких концентраций), то раз наступившее раздражение действует затем в течение часов и по расширенному кровяному руслу кровь течет все медленнее и медленнее. В течение ближайших часов повреждение альвеолярного эпителия или стенок капилляров проявляется все отчетливее. Последние начинают выделять богатый белком, в первое время свободный от клеток, экссудат, состоящий главным образом из плазмы крови. Эта жидкость изливается в содержащие воздух альвеолы и в ткани легких, объем которых все более и более увеличивается. Из отдельных капилляров выступают также и эритроциты. По мере нарастания легочного отека развивается постепенно увеличивающаяся одышка. Медленно текущая кровь содержит все меньше кислорода и все больше углекислоты, так как, вследствие заполнения альвеол жидкостью, воздуха в легких остается все меньше. Усиленное дыхание превращает частично отечную жидкость в пену, которая начинает заполнять и закупоривать крупные бронхи. С другой стороны, уход жидкости из крови увеличивает ее вязкость и вместе с тем ведет к затруднению кровообращения. Возникает угроза, что перегруженное и недостаточно снабжаемое кислородом сердце может не справиться с работой. Такова полная картина отравления. Если не наступает перелома в ходе отравления и обратного развития всех явлений и рассасывания отека, то смерть вследствие отека легких и паралича сердца неизбежна².

Смерть при фосгенном отравлении может быть очень метко охарактеризована, как утопление на суше («dryland drowning»). При этом около трети, почти до половины, кровяной плазмы оставляет кровяное русло и накапливается в легких, вес которых увеличивается почти в 3—5 раз.

Выделение плазмы из крови ведет к увеличению свертываемости последней.

Как только фосген попадает в легкие, а затем в кровь, он полностью подвергается разложению и теряет свои ядовитые свойства. Поэтому вряд ли может идти речь о непосредственном действии неразложившегося фосгена на какие-либо другие органы, кроме легких. Если и наступают нарушения деятельности других органов, как почек и центральной нервной системы, то это уже вторичные явления³.

² Не исключена теория о возможности резорбции фосгена и его общего токсического действия на организм, за что говорят наблюдающиеся токсический шок при действии высоких концентраций яда, острая сердечнососудистая слабость, кровоизлияния в мозг и под эндокардом (Вайль), изменения вегетативной нервной системы и др. — Ред.

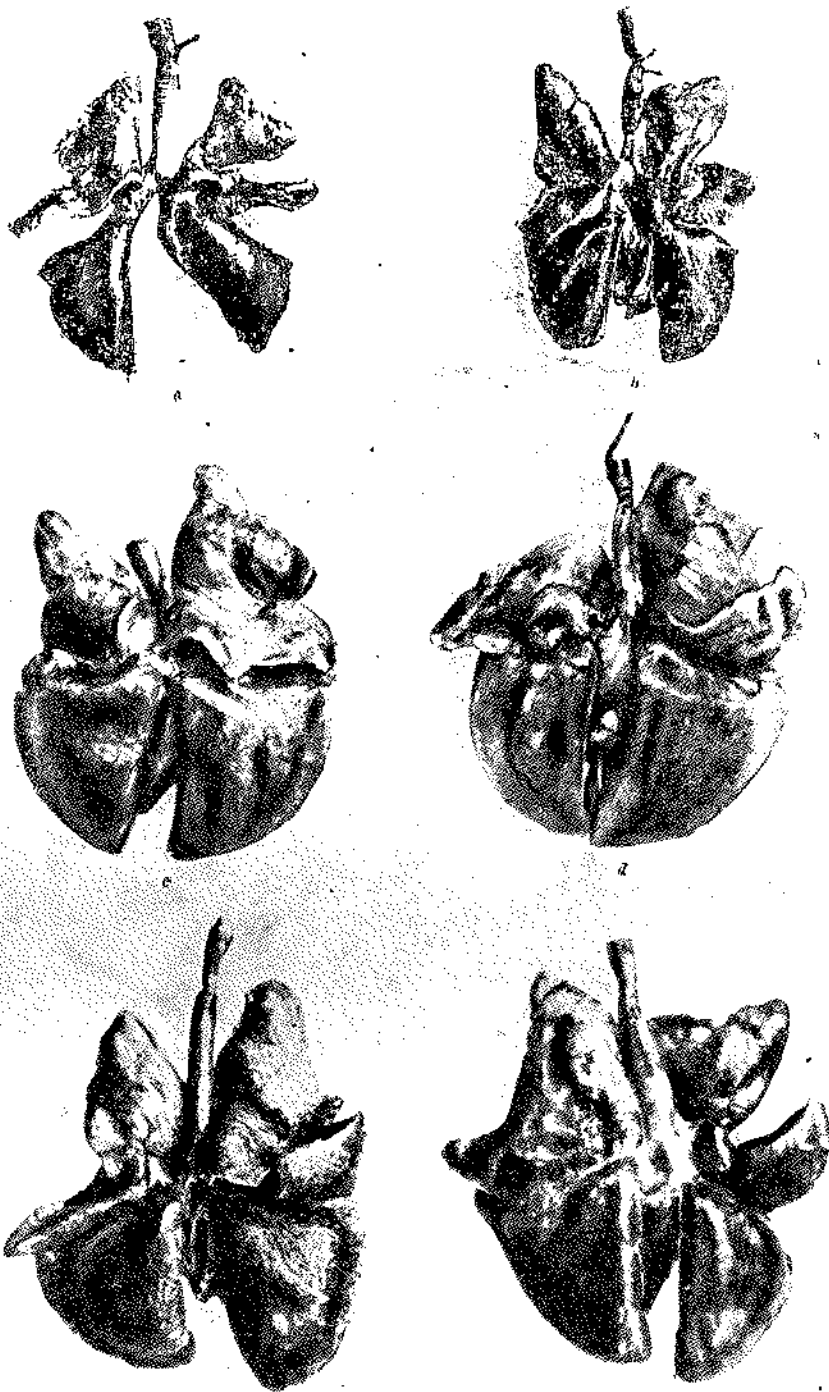


Рис. 24 а—f. Изменение легких при фосгенном отравлении кошек (по Лакеру и Магнусу)

а — нормальное легкое; б — легкое через 3 часа; в — через 5 часов; д — через 9 часов; е — через 24 часа; ф — через 48 часов.

Равным образом при вдыхании фосгена не наступает и кислотного отравления. Из всего количества фосгена, вызывающего смерть взрослого человека, может образоваться не больше, чем приблизительно $\frac{1}{2}$ капли 10%-ной соляной кислоты, что равняется 0,0025 г хлористого водорода. Конечно такое количество для кислотного отравления совершенно недостаточно⁴. С другой стороны, все же возможны изменения крови вследствие кислотного действия.

Характерным для фосгенного отравления является то, что здесь сила действия может быть выражена определенным оставшимся всегда одним и тем же произведением концентрации c (в $\text{мг}/\text{м}^3$) на время t (в минутах). Так например вдыхание $200 \text{ мг}/\text{м}^3$ в течение 10 мин. вызывает такое же отравление, как $10 \text{ мг}/\text{м}^3$ в течение 200 мин., или как $40 \text{ мг}/\text{м}^3$ в течение 50 мин. Во всех случаях произведение $c \cdot t$ равно 2000*.

Явления отравления

1. У животных. Особенно подробно описаны явления отравления у кошек. При приблизительно получасовом воздействии 20—200 $\text{мг}/\text{м}^3$, что соответствует 5—50 частям на миллион, наступает, особенно при более высоких концентрациях, тотчас же незначительное раздражение (слезо-слинотечение); в это время дыхание почти не изменено. Защитные рефлексы, которые наблюдаются при вдыхании хлора, аммиака, сернистого газа и др., здесь отсутствуют, и газ беспрепятственно достигает легких. В среднем через 2—6 час. после удаления животного из камеры у него появляется углубленное дыхание, которое затем переходит во все прогрессирующую одышку. Смерть наступает при явлениях полного коллапса и при сильнейших асфиктических судорогах (последние, наблюдаются далеко не всегда — ред.).

Если животные не погибают, то наступает постепенное выздоровление и через 5—6 дней кошки в общем кажутся нормальными. Все же иногда можно отметить развитие последующих заболеваний со стороны дыхательных органов, что может при известных условиях повести к поздней смерти.

На рис. 24 показано постепенное развитие легочного отека у отравленных фосгеном кошек (особенно часты здесь присоединяющиеся пневмонии и бронхопневмонии, осложняющиеся часто гнойнонекротическим плевритом и перикардитом — ред.).

У других животных картина отравления в основном та же, что и у кошек. Особенно характерна эта картина у собак и обезьян, и менее характерна у грызунов. У кроликов при затравке их концентрациями фосгена, ведущими к поражению воздухоносных путей, можно отметить наличие ясно выраженных защитных рефлексов в виде поверхностного и замедленного дыхания.

С другой стороны, чувствительность отдельных видов животных по отношению к фосгену очень различна. Кроме того большие различия имеются и в индивидуальной восприимчивости животных одного и того же вида.

Особенно восприимчивыми по отношению к фосгену являются

* Имеющийся экспериментальный материал не подтверждает этого положения авторов. Установлено, что при удлинении экспозиции и пропорциональном уменьшении концентрации эффект отравления заметно уменьшается, хотя ct остается неизменным. Этот факт соответствует и теоретическим соображениям о несостоятельности формулы Габера, о чем уже упоминалось нами в прим. на стр. 127. — Ред.

кошки, для них произведение концентрации c и времени t , равное приблизительно 1000, абсолютно смертельно, с индивидуальными колебаниями в ту или другую сторону. Мыши и крысы только немного восприимчивее кошек. К последним по своей восприимчивости примыкают морские свинки. Собаки в общем являются менее восприимчивыми к фосгену и еще менее восприимчивы кролики. Как показал опыт мировой войны, лошади менее восприимчивы, чем человек. При газовых нападениях иногда ездок получал смертельное или тяжелое отравление, тогда как его лошадь имела только легкие симптомы заболевания.

Большие различия в восприимчивости по отношению к фосгену обнаруживают и птицы; в то время как голуби очень резистентны, гуси гибнут уже от незначительных концентраций.

Приводимые в помещенной ниже таблице данные нужно рассматривать только как ориентировочные.

Действие фосгена на различных животных

Вид животных	$мг/л$	Части на миллион ($с.мг/м^3$) (приблизит.)	Экспозиция в мин.	Произведение концентрации c ($мг/м^3$) и времени t (мин.)	Действие
Кошка	0,03—0,08	7,5—20	20—7,5	600—600	при известных условиях вызывает смерть или заболевание ⁷ 50% смертности в течение 48 час. ⁹ незначительные явления отравления только при 15-минутной экспозиции; при многочасовой экспозиции смерть ¹⁴ ; ср. 8 выживание смерть
Собака	0,03—0,035	7,5—8,7	30	900—1050	
Белая мышь, крыса	0,005	1,25	—	—	
Серая мышь . . .	0,05 0,05	12,5 12,5	10 20	500 1000	

2. У человека. В легких случаях отравления после начальных явлений раздражения, кашля, жжения и сухости в горле, подавленности, а при известных случаях и рвоты, болей в груди (и в подложечной области — ред.), покраснения и припухания слизистых оболочек, обыкновенно развивается только бронхит.

Большого внимания заслуживает так называемый латентный период отравления. До наступления одышки может тянуться многочасовой период без всяких болезненных ощущений.

В тяжелых случаях отмечается сильное беспокойство больного; дыхание делается все поверхностнее и чаще, затем оно становится напряженным и хрипящим и развивается отек легких. По всему легкому выслушиваются мелкопузырчатые влажные хрипы; отмечается обильное выделение желтоватого цвета пенистой мокроты, цианотическая окраска лица; при развитии сердечной слабости лицо становится бледным. Сознание в большинстве случаев полностью сохранено. При известных условиях в стадии тяжелейшего отека, вследствие разрыва легочных альвеол, воздух может проникнуть в ткани легкого и в соседние участки, а иногда даже вызвать резко выраженную эмфизему кожи.

В случаях отравления средней тяжести легочный отек постепенно уменьшается и наступает выздоровление. При тяжелых случаях в течение первых 2—3 дней наступает или острая смерть от отравления, или смерть от паралича сердца вследствие расстройств кровообращения. Начиная с третьего до пятого дня, число смертных случаев уже гораздо меньше. Однако смертельный исход может наступить и позже вследствие инфекционного воспаления легких, чаще нижних долей.

Сообразно с тяжестью заболевания сердечная деятельность более или менее затруднена. Кроме вышеописанных явлений со стороны легких и сердца, для фосгенного отравления характерны: значительная сонливость и общая слабость, а иногда и головокружение, головная боль и подавленность. Отравленные инстинктивно избегают малейшего мышечного напряжения, чтобы тем не увеличить потребности организма в кислороде. Даже кажущиеся легкие случаи могут при движении отравленного, даже пассивном (например при транспортировке), быстро ухудшиться и кончиться быстрой и неожиданной смертью.

Прогноз фосгенного отравления после первых 2—3 дней не неблагоприятен, а по прошествии недели после отравления еще лучше, так как к тому времени исчезают все первичные анатомически доказываемые изменения (далеко не всегда — ред.). Все же нужно считаться и позже с опасностью вторичной инфекции.

При массовом отравлении фосгеном в Гамбурге летом 1928 г. из 300 отравленных умерло 10; из 195 отравленных, попавших в лечебные заведения, 17 человек было отравлено тяжело, из них 7 смертельно; 15 получили отравление средней тяжести, а остальные были отравлены легко ⁴.

В качестве последующих заболеваний после острого отравления фосгеном можно отметить наличие иногда упорно длящихся астматических припадков и заболеваний бронхов; также наблюдаются возбудимость сердца, бронхоэктазии и абсцессы легкого.

Вопрос о возможности последовательного развития туберкулеза на почве бывшего отравления фосгеном спорен. Однако эта возможность должна быть признана. См. разделы «Общая токсикология» и «Газы на войне».

Нижепомещенные сводки показывают действие различных концентраций фосгена на человека.

Раздражающее действие фосгена на человека

мг/л (приблизит.)	Части на миллион (см ³ /м ³)	Действие
0,005—0,01	1,25—2,5	защитные рефлексы отсутствуют ⁷
не менее 0,0125	3,1	моментально раздражение горла ¹⁰
не менее 0,016	4,0	моментально раздражение глаз ¹⁰
0,019	4,8	кашлевое раздражение ¹⁰
0,022	5,6	ощущение запаха ¹⁰

Курильщики после вдыхания фосгена теряют способность ощущать вкус табака и чувствуют при курении только приторный или неприятный вкус во рту. К такому «отравлению запаха и вкуса» ведут и другие хлорангидриды кислот.

Общее (токсическое) действие фосгена на человека

мг/л	Части на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,004	1	долгое время	высшая переносимая концентрация ¹⁰
0,005—0,01	1,25—2,5	" "	опасна для жизни
0,02	5	1 мин.	непереносимая концентрация
0,04	10	несколько секунд	сильное раздражение воздухоносных путей и глаз; потеря работо- и боеспособности ¹¹
0,05	12,5	1/2—1 час	опасна для жизни (Гесс)
0,08	20	1—2 мин.	может вызвать тяжелые поражения легких ¹²
0,02—0,1	5—25	1/2—1 час	вызывает смерть сейчас же или впоследствии (Леман)
0,1	25	короткое время	опасна (Хаггард ¹⁰)
0,1	25	?	быстро вызывает смерть (Хаггард ¹⁰)
0,36	90	1/2 часа	вызывает смерть

Терапия. Терапия такая же, как при отравлениях другими раздражающими газами (см. раздел «Лечение газотравленных»), т. е. прежде всего покой, тепло, кислород, кровопускание.

Искусственное дыхание противопоказано вследствие опасности разрыва легких и может быть применено только при остановке дыхания и непосредственной опасности для жизни.

Выздоровливающие должны возможно больше времени проводить на свежем воздухе и нуждаются еще долгое время во врачебном контроле и заботливом уходе. Они не должны курить.

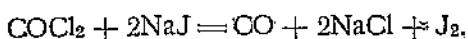
При массовом отравлении в Гамбурге была применена следующая терапия. Против легочного отека многократно повторяемые горчичные обертывания наряду с кровопусканием. В тяжелых случаях непосредственно после поступления отравленного внутривенно 1/4 мг строфантина, позже профилактически в течение нескольких дней внутримышечно сольвохин и транспульмин. В отдельных случаях помогало повторное применение астомолизина. Лобелин внутримышечно или внутривенно и глюкоза (20%) не оказывали особенно благоприятных результатов ⁴.

Защита. Пользование противогазами; см. раздел «Индивидуальная защита». Уничтожение имеющегося жидкого фосгена с помощью воды или аммиака. Для очистки воздуха тех помещений, которые содержат продукты разложения паров четыреххлористого углерода, рекомендуется распыление смеси из спиртового раствора аммиака и толуола или бензола.

Индикация. При пропускании паров фосгена через насыщенный раствор анилина в воде происходит образование игольчатых кристаллов дифенилмочевины.

Определение. 1. Пары фосгена пропускаются через ряд промывных склянок, содержащих ацетон и раствор едкого натра (1:1); образовавшийся хлористый натрий определяется титрованием.

2. Пары фосгена пропускаются через ряд промывных склянок, содержащих смесь ацетона и раствора иодистого натрия (1:1):



Выделившийся иод подвергается обратному титрованию.

3. Разложение фосгена и определение хлора.

Литература

1. Ellinger u. Lipschitz, Ztschr. exper. Med. 13, 235 (1921).
2. Flury, Med. Welt 1929, № 42.
3. Glaser, Ztschr. f. angew. Ch. 41, 263 (1928).
4. Hegler, Wohlwill u. Mayer, Dtsch. med. Wchschr. 1928, № 37.
5. Heitzmann, Ztschr. exper. Med. 13, 180 (1921).
6. Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 137, 1927 (рус. перевод, стр. 120, Гострудинат, 1930).
7. Laqueur u. Magnus, Ztschr. exper. Med. 13, 31 (1921) (рус. перевод, "Фосген", ДВОУ, 1932).
8. Müller, Ztschr. f. angew. Ch. 23, 1489 (1910).
9. Underhill, The lethal War Gases. New Haven 1920.
10. U. S. Department of Interior, Bureau of Mines, Technical Paper № 248 (1921).
11. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, 1925 (рус. перевод, стр. 71, изд. "На Вapri", 1932).
12. Voigt, Ztschr. f. angew. Ch. 41, 501 (1928).
13. Wiki, Rev. méd. Suisse rom. 41, 35 (1921). (там же литература).
14. Zeehuisen, Arch. néerl. Physiol. 7, 146 (1922).

Дополнительная литература

- Loriga, Phosgène. Hygiène du travail, № 298, Genève (1932).
- Вайль, Патол. анатомия отравлений боев. ОВ, стр. 57, Медгиз (1932).
- Криницкий, Морфологические изменения в органах и тканях под влиянием первых боевых удушающих веществ (1931).
- Неменов (ред.), Отравление дифосгеном, Л. (1932).
- Сперанский, Медико-санитарные вопросы противохимической защиты, № 1, М. (1932).
- Хлопин, Хим. промышл. и нар. здоровье, очерк II, стр. 21, Химтехиздат (1921).
- Чарный, Токсический отек легких, М. (1935).
- Черкес и Розовская, Аноксемия легочного типа, Эксперим. медицина № 4 (1935).
- Черкес, Аноксемия в механизме действия лекарственных и ядовитых веществ, Труды XV Международного конгресса физиологов (1935).
- Черкес, Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, 5-е изд., Харьков (1936).
- Шатенштейн, О механизме действия фосгена. Гигиена труда № 4 (1934).
- Lustig, Effetti dei gas di guerra. 1934.
- Héderer et Istin, L'arme chimique et ses blessures, Paris 1935, p. 174—205.
- Wohlwill, Zur pathologischen Anatomie der Phosgenvergiftung. Dtsch. med. Wchschr. 1928, 27.
- Mayer, Der Aufbau des Blutfarbstoffes durch Phosgen. Dtsch. med. Wchschr., 1928.
- Manuel of treatment of gas casualties. Publ. by H. M. Stationary Office, p. 95, London 1930.
- Parisot, La protection contre le danger aérochimique. Nancy 1932.
- Dautrebande, Les gas toxiques. Paris 1933.
- Büscher, Grün- und Gelbkreuz. Hamburg 1932.
- Линдеман, Токсикология химических боевых веществ, изд. НКЗ, 1928.
- Muntzsch, Leitfaden zur Pathol. u. Therapie der Gaskampfervergiftungen, 3. Aufl. Leipzig 1935.
- Сахаров, Патология, клиника и терапия поражений боевыми отравл. веществами, 2-е изд., Биомедгиз (1937).
- Соשתейнский, Токсикология боевых отравляющих веществ. Гос. изд. колх. и совх. лит. 1934.

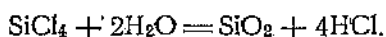
Соединения кремния

Четыреххлористый кремний

Формула: SiCl_4 . Мол. в.: 169,89

Получение. При нагревании песка с хлором в присутствии угля или окиси магния с последующей конденсацией в охлаждающей смеси.

Свойства. Легко подвижная, водянистая жидкость с темп. кип. 57° и уд. в. 1,49 (при 15°). Обладает удушающим запахом. Литр пара весит 7,06 г. Дымит на влажном воздухе вследствие выделения хлористого водорода



Возможности отравления. Во время мировой войны четыреххлористый кремний применялся для образования искусственного тумана (дыма), иногда с прибавлением аммиака для усиления дымообразования. Токсичность такого тумана незначительна и приблизительно соответствует сравнительно незначительной концентрации содержащегося в нем хлористого водорода.

Определение. Пропускание через воду и определение хлора в фильтрате.

Дополнительная литература

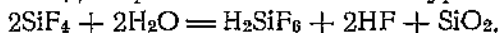
Mazzi и Sgai (по Carozzi), Silicium, Hygiène du travail, Genève (1932).

Фтористый кремний

Формула: SiF_4 . Мол. в.: 104,06

Получение. При нагревании плавикового шпата и песка с крепкой серной кислотой. См. также «Фтористый водород».

Свойства. Бесцветный газ; плотность 3,573. Литр пара весит 4,32 г. Обладает колющим, удушающим запахом. При -97° замерзает в твердую массу. Водой разлагается согласно уравнению:



Общий характер действия в основном зависит от действия отщепившегося фтористого водорода.

Возможности отравления. При получении из криолита алюминия; в литейных (см. «Фтористый водород»).

Явления отравления

1. У животных. Мыши и крысы выносят без последствий для себя в течение 15 мин. вдыхание фтористого кремния в концентрации 0,1 мг/л, или около 25 частей на миллион (собственные неопубликованные наблюдения).

2. У человека. Раздражение слизистых оболочек, особенно носа и дыхательных путей, изъязвления в области ноздрей. Ср. в остальном «Флуороз» при фтористом водороде.

Дополнительная литература

Storck van Leeuwen, Zeitschr. f. Gewerbehyg. № 2 (1931).

Группа металлов

Медь

Формула: Cu. Мол. в.: 63,57

На одном медно-прокатном заводе наблюдались явления, сходные

с лихорадкой литейщиков (см. «Оксид цинка»). Причину следует искать во вдыхании паров металла или образующейся из него окиси; возможна также резорбция проглоченных металлических соединений¹. Болезненные явления со стороны желудка после вдыхания бронзовой пыли вероятно также объясняются такой резорбцией. При чистке и удалении пыли с коллекторных шайб тоже наблюдались случаи отравления медью, а также при паянии цинковых сосудов для гальванических элементов². Систематического исследования этих отравлений не производилось.

Литература

1. Koelsch, Journ. ind. Hyg. 5, 87 (1923).
2. Krüger u. Saupe, Klin. Wschr. 1927, 77.
3. Neitzel, Gasmaske 2, 90 (1930).

Дополнительная литература

Семенская, Гиг. труда № 2, 43 (1927).

Оксид магния

Формула: MgO . Мол. в.: 40,32

Явления отравления. Вдыхание образовавшегося при горении магния дыма окиси магния вызывает у животных, смотря по продолжительности и интенсивности действия, изменение температуры, появление полиморфно-ядерных лейкоцитов в крови и бронхопневмонию. Чувствительность у отдельных животных различна¹.

У человека. Экспериментальное вдыхание окиси магния в концентрациях от 4 до 6 мг/м³, или 0,004—0,006 мг/л, в продолжение 12 мин. вызывает совершенно такие же явления, какие наблюдаются при лихорадке литейщиков (см. «Оксид цинка»), но все явления более слабы и наступают быстрее. Чувствительность различна. Из четырех лиц, подвергавшихся опыту, двое оказались нечувствительными к окиси магния². В практике случаи отравления окисью магния до сих пор неизвестны.

Литература

1. Drinker, Journ. ind. Hyg., 10, № 2 (1929).
2. Drinker, Thomson a. Finn, Journ. ind. Hyg., 10, 187 (1927).

Оксид цинка

Формула: ZnO . Мол. в.: 81,38

Свойства. Вызывающая лихорадку литейщиков окись цинка образуется в виде дыма при окислении выделяющихся при температуре свыше 920° паров цинка. Образование коллоидной (мелкодисперсной — ред.) окиси цинка происходит при 650°; отдельные частицы чрезвычайно малы и имеют в диаметре от 0,3—0,4 м.

Возможности отравления. Отравления могут быть везде, где цинк нагревается выше температуры кипения (обычная темп. пл. 420° на цинковых заводах недостаточна), например на меднолитейных заводах (не меньше 1080°), при твердом припое; при восстановлении цинка током высокого напряжения; на утилизационных заводах при холодной или автогенной резке цинковой жести или окрашенного цинковыми красками материала^{1,2} и др.

Общий характер токсического действия. Скоротечное лихорадочное заболевание (лихорадка литейщиков) с картиной инфекционного катарра дыхательных путей.

Теория действия. Находящаяся в воздухе мельчайшая пыль окиси цинка вызывает некроз эпителия дыхательных путей или находя-

щихся на них микроорганизмов. Образующиеся при этом чуждые организму белковые вещества, всасываясь, вызывают лихорадку (Леман⁷). Шмидт-Кель¹¹ экспериментально подкрепил это предположение, вызывая у кроликов типичную лихорадку литейщиков, путем впрыскивания им кроличьей сыворотки, которая в сильно распыленном состоянии находилась в контакте с дымом окиси цинка.

Бурштейн¹ не согласен с этим мнением. Он предполагает, что причина лихорадки — в раздражении теплового центра. Согласно этой теории поглощенная органами дыхания окись цинка действует на организм, как карбонат, и реагирует в организме с солями двухвалентных катионов Са и Mg, вследствие чего одновалентные ионы действуют сильнее. Поэтому впрыскивание растворов кальция служит предохранением от лихорадки. Повидимому и другие тяжелые металлы, нагреваемые выше температуры кипения до образования пара и дыма, действуют, как окись цинка, так как аналогичные явления наблюдаются на меднопрокатных и других металлургических заводах⁶.

Явления отравления. Во время вдыхания воздуха, содержащего окись цинка, нельзя отметить очень тягостных ощущений. Только через 6—8 час., большей частью вечером, ощущается усталость, тяжесть в ногах, затем познабливание, переходящее при усиливающемся болезненном самочувствии в потрясающий озноб и лихорадку, заставляющую больного лечь в постель. Температура поднимается на 1—2°, пульс ускоряется. После нескольких часов сна наступает пробуждение с обильным потом, затем отмечается улучшение самочувствия и больной спокойно засыпает. На следующее утро он чувствует себя почти здоровым. По мнению Дринкера и его сотрудников³ окись цинка действует на более глубокие дыхательные пути. Порог ядовитого действия при 8-часовой работе составляет 15 мг/м³, или 0,015 мг/л; при 20-минутном вдыхании концентрация 45 мг/м³ (0,045 мг/л) еще выноσιма.

Из воздуха, содержащего в литре в среднем около 0,3 мг Zn (0,124—0,42 мг/л), после двух раз пребывания в нем по часу было воспринято человеком столько цинка, что в течение 5 дней в моче его было найдено 5 мг⁷.

После вдыхания дыма окиси цинка два дня подряд можно было отметить появление некоторой невосприимчивости. Однако привыкания к вдыханию окиси цинка с несомненностью до сих пор не установлено. Кумулятивное действие тоже не доказано. Если вдыхание не вызывает лихорадки, то можно не опасаться вредных последствий (очевидно при повторном воздействии — ред.); в противном же случае лихорадка, ослабляя организм, может вызвать туберкулез и другие заболевания дыхательных органов.

В этом смысле можно было бы предположить возможность хронического отравления окисью цинка. Однако такое отравление не проявляется характерными симптомами; оно выражается скорее в общем поражении органов дыхания, кровообращения и даже самой крови (бронхит, эмфизема, артериосклероз и т. п.)⁵.

Терапия. Для ослабления и предупреждения приступа рекомендуются теплые ванны сейчас же после литейных работ. Полезны также теплые напитки, мочегонные и потогонные средства и наконец лечение препаратами кальция⁹.

Профилактика. Для предупреждения отравления рекомендуется устройство хорошей вентиляции, удаление паров,крытие металлической плавки купритом по способу доктора Вейса, что препятствует распространению пара в воздухе⁶.

Защита. Пользование противогазами. См. раздел «Индивидуальная защита».

Литература

1. Бурштейн, Гигиена Труда 3, 17 (1925).
2. Drinker, Journ. ind. Hyg. 4, 177 (1922).
3. Drinker, Thomson a. Sinn, Journ. ind. Hyg. 9, 98 (1927).
4. Gerbis, Arbeiterschutz, S. 38, 1928.
5. Иванов, Гигиена Труда 4, № 10—11 (1926).
6. Koelsch, Med. Klinik. 1924, 818.
7. Lehmann, Arch. f. Hyg. 72, 358 (1910) (там же дальнейшая литература).
8. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 237, 1927.
9. Michaelis, Fortschr. d. Medizin. 1929, 652.
10. Rost. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. 29, 549 (1919).
11. Schmidt-Kehl, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 273 (1928).
12. Schwarz, Zentralblatt Gewerbehyg. 2, 147 (1925).
13. Sturgis, Cyrus, Drinker a. Thomson, Journ. ind. Hyg. 9, 88 (1927).

Дополнительная литература

- Arnstein, Mediz. Welt, 980 (1932).
 Engel, Zinc. Hygiène du travail, № 382, Genève (1932).
 Mazzi, Medicina del lavoro, № 10, 11 и 12 (1930), № 1 (1931).
 Safir, Klinische Beiträge zur Kenntnis des Giessfiebers, Berlin (1929).
 Safir, Unsere heutige Kenntnisse vom Giessfieber, Berlin (1932).
 Аверьянов и Гурвич, Вентиляция промышл. предприятий, стр. 278, 288, 292 (1932).
 Боголепова, Гигиена труда № 6, (1925).
 Бруевич, Професс. патол. и гигиена, сборн. 2 (1928).
 Вигдорчик, Професс. патол., стр. 284, Медгиз (1930).
 Гельман, Оздоровление труда и револ. быта, 6 (1925).
 Он же, Введение в клинику професс. отравлений, стр. 117, Москва (1929).
 Гельман, Правдин и Розенбаум, Професс. токсикология, стр. 76, Соцэкгиз (1931).
 Зильберник, Гигиена труда № 10—11 (1926).
 Медатуньян, Гигиена, безопасн. и патология труда № 4—5, 119 (1931).
 Монтикова, Гигиена труда № 7 (1927).
 Понизовский, Гигиена труда № 12, 91 (1928).
 Разенков, Оздоровление труда и революция быта, вып. 15 (1927).
 Тихомиров, Гигиена, безопасн. и патология труда, № 11, 104 (1930).
 Шталь, Труды Ленингр. инст. гиг. труда и техн. безоп., т. 2 (1928).
 Якобсон, Сборник работ санит. инспекции на Украине, вып. 1 (1923); Гигиена труда № 8 (1925).

Соединения цинка

Нюрнберг³ описывает сильное воспаление с отежной припухлостью гортани у одного столяра, работавшего над помещением паяльной мастерской, и объясняет это заболевание вдыханием паров цинка. Возможно, что здесь идет речь о растворенном хлористом цинке, соединившемся в виде тумана с улетучивающимися парами соляной кислоты.

Наблюдающиеся у рабочих после долголетней работы в гальванических мастерских с устаревшим оборудованием и с плохой вентиляцией тяжелые желудочные заболевания, выражающиеся в распространенном гастроэнтерите, объясняются также несомненно поглощением в виде тумана раствора цинковой соли. Подобным же образом объясняются отравления при лужении цинковых сосудов для гальванических элементов.

Литература

1. MacCord, Carey u. Friedländer, Arch. Internat. Med. 37, 641 (1926).
2. Neitzel, Gasmasken 2, 90 (1930).
3. Nürnberg, Arch. f. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfk. 109, 77 (1922).

Дополнительная литература

- Штаркенштейн, Рост и Поль, Токсикологии, ч. 1, Медгиз (1931).
 White, Проф. поражения кожи, М. (1925).
 Клебанов и Израйлович, Гигиена, безоп. и патол. труда, № 8—9 (1931).
 Навроцкий, Гигиена, безоп. и патол. труда, № 1 (1929).
 Пак, Гигиена труда, № 12 (1928).
 Тихомиров, Гигиена труда, № 12 (1926).
 Шнейдер, Врачебное дело, № 11 (1926).

Кадмий

Формула: Cd. Мол. в.: 112,41

Свойства. При нагревании на воздухе до 780° кадмий образует желтовато-коричневый пар, литр которого весит 4,67 г. При сильном нагревании кадмий окисляется в коричнево-красную окись кадмия, частично улетучивающуюся при 700° и совершенно улетучивающуюся при 1000°.

Возможности отравления имеются везде, где кадмий нагревается выше температуры кипения (321°), т. е. преимущественно при добычании и при производстве сплавов.

Общий характер токсического действия аналогичен характеру действия окиси цинка.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание размельченной окиси кадмия вызывает у кошек местное раздражение, выражающееся в воспалении дыхательных путей (пневмонию или бронхопневмонию) и заканчивающееся смертельным исходом^{2, 3}.

2. У человека. Известны только редкие случаи заболеваний. Вдыхание паров кадмия вызывает тошноту и головную боль.

Случай отравления. Пыль в вытяжной трубе кадмиевой печи заключала в себе 24% соединений кадмия, 5% соединений цинка, 3,6% соединений свинца и почти 0,05% мышьяковистого ангидрида. Она вызвала преходящее чихание, тошноту, позывы на рвоту, затем раздражение слизистой оболочки глаз и болезненные явления в желудке. Через 1¼ года наступила смерть, но как утверждает Ф ю н е р¹, не от данного отравления, а от пернициозной анемии.

Принимая во внимание состав поглощенной организмом пыли, нельзя объяснить это отравление исключительным действием кадмия.

Литература

1. Fühner, Samml. v. Vergift. 1929, № 1.
2. Otto, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 2, 310 (1925) (там же литература).
3. Schwarz u. Otto, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 2, 364 (1925).

Дополнительная литература

Prodan, Journ. of Industr. Hyg. 14, № 4, 132 и № 5, 174 (1932) (там же литература).

Ртуть

Формула: Hg. Мол. в.: 200,61

Свойства. Главный источник отравления — вдыхание паров металлической ртути, в самой незначительной мере и ртутных соединений — солей или органических ртутных препаратов.

Металлическая ртуть кипит при 357°. Пар (вес 1 л 8,34 г) без всякого запаха и вкуса, поэтому обнаруживается только химиче-

ским способом. Ртуть испаряется уже при обыкновенной температуре.

Концентрация пара в воздухе зависит от температуры, величины испаряющейся поверхности и примеси свежего воздуха. Приведенная ниже таблица показывает давление пара и максимальное содержание ртути в воздухе при различных температурах.

Температура °С	Давление пара ртути в мм	Концентрация насыщенных паров ртути в воздухе	
		мг/л	части пара на миллион
20	0,0013	0,0152	1,84
30	0,0029	0,0339	4,10
40	0,0060	0,0700	8,50
60	0,0300	0,3500	42,50
100	0,2800	3,2600	396,00
200	18,3000	213,0000	25 800,00
300	246,0000	2 879,0000	348 000,00

Данные о давлении пара ртути при температурах ниже 100° сильно колеблются. Приведенные здесь цифры соответствуют средним величинам, чаще всего помещаемым в химических таблицах. При этом предполагается полное равновесие между паром ртути в воздухе и металлом, приходящим в соприкосновение с воздухом, что возможно только в очень редких случаях. При неподвижном воздухе тяжелые пары ртути имеют тенденцию собираться у поверхности металла, что замедляет дальнейшее испарение; с другой стороны, если воздух благодаря вентиляции приходит в движение, то хотя и происходит более сильное испарение, но воздух не может в относительно короткое время насытиться парами ртути настолько, насколько это соответствует упругости насыщенного пара. Следовательно приведенные в таблице цифры показывают только максимальное количество пара, которое может принять воздух при данной температуре. Величина поверхности имеет практическое значение, так как состояние ртути (и соответственно, характер ее поверхности — ред.) бывает различно в зависимости от степени чистоты. Чистая ртуть легко распадается на шарики, которые при взаимном соприкосновении опять соединяются. В так называемой серой мази, приготовленной из жира с растертой ртутью, отдельные блестящие металлические шарики незаметны для невооруженного глаза, между тем как вся масса имеет темносерый цвет. То же самое наблюдается при рассыпании ртути на полу. Она распадается под ногами на мельчайшие шарики и забирается в щели деревянного пола. Таким образом небольшое количество размельченной ртути может дать такую же поверхность испарения, как несравненно большая компактная масса, находящаяся в плоском сосуде. Кроме того большое значение имеет для концентрации пара ртути в воздухе расстояние от испаряющегося металла. По определению Ренка¹⁶ воздух, находящийся над 0,5 м² поверхности ртути, содержит в кубическом метре:

на высоте	5 см	над поверхностью ртути	1,86 мг
»	»	30 »	» 1,26 »
»	»	100 »	» 0,85 »

Ртутные соли также более или менее летучи, но при обыкновенной температуре эта летучесть так незначительна, что об отравлении путем вдыхания практически не может быть речи. 1 м³ воздуха может содержать при 20° только 0,4 мг двуххлористой ртути в виде пара, но при 40° в 10 раз больше и т. д. (Молль¹³).

Надо помнить однако о возможности отравления путем вдыхания пыли ртутных солей.

Летучие органические соединения ртути, в особенности самые простые соединения окиси ртути, занимают в токсикологическом смысле особое место и будут поэтому рассматриваться в отдельном разделе. То же относится и к тремучей ртути; эта последняя рассматривается в главе «Газы, образующиеся при взрывах».

Возможности отравления. Острые отравления через органы дыхания наблюдаются при быстром испарении ртути или ее солей на нагретых поверхностях или предметах, как например при золочении и серебрении огнем способом (в настоящее время редко), при обработке ртутной руды, при взрыве ртутных ламп или других подобных аппаратов; при горении так называемых «фараоновых змей», сделанных из роданистой ртути; при взрыве тремучей ртути в закрытом помещении, при чистке, сварке или ремонте котлов и других сосудов, употреблявшихся прежде для ртути; при борьбе с хлебными вредителями благодаря вдыханию пыли от ртутных порошков, служащих для протравы посевного зерна (например таких порошков, как фунгозит, фузариол, гермизан, сублимоформ, тиллантин и мн. др.).

Несравненно чаще имеются возможности для хронического отравления ртутью: в ртутных рудниках особенно у плавильных печей, в металлургических лабораториях у электрических индукционных плавильных печей (в одном случае было найдено от 1 до 3% ртути в пыли и 0,02 мг в куб. фута воздуха²¹); в химической индустрии при производстве ртутных препаратов; при применении их как катализаторов; при так называемом амальгамном производстве в щелочно-хлорной промышленности и при добывании золота и серебра; при производстве лампочек накаливания, рентгеновских трубок, ртутных ламп, термометров, барометров и других физических и электротехнических аппаратов; при пользовании ртутными воздушными насосами; при применении ртутных турбин, ртутно-паровых выпрямителей и сплавов для пайки, содержащих ртуть; при производстве амальгам для зубо врачебных целей, при изготовлении зеркал (в настоящее время редко); при пропитывании дерева сулемой; при изготовлении шляп с применением содержащих ртуть протрав (при влажной обработке — вдыхание паров, при сухой — вдыхание пыли); в химических и физических лабораториях, когда рассыпают ртуть на пол и др.

Случай отравления. Рабочие калифорнийских ртутных копей вводили при свертывании папирос пыль, содержащую ртуть, в табак (Гамильтон⁷).

Общий характер токсического действия. При остром отравлении страдают главным образом пищеварительный канал и почки, а при хроническом — действие яда сосредоточивается на нервной системе.

Теория действия*. Проникновение паров ртути в организм. Коле, Герике и Сулливан², работая по те

* Перевод из книги Гендерсона-Хаггарда, *Noxious Gases*.

рапии сифилиса, нашли, что нагретые выше температуры тела и поглощенные через дыхание пары ртути проходят не в легкие, а оседают только на слизистой оболочке верхних дыхательных путей, причем охлажденная ртуть сгущается и отлагается во рту и глотке. При насыщении воздуха парами ртути в условиях более низкой температуры (температуры тела и ниже), последние вследствие своей незначительной растворимости в воде проходят большею частью в легкие и здесь поглощаются. Как происходит это поглощение, неизвестно; по мнению одних, проникая в форме пара в легкие ртуть оседает там сначала как металл, а затем окисляется дальше. Более правильно предположение, что ртутные пары растворяются в воде на поверхности легких и оттуда переходят в кровь. Хотя такой раствор ртути был бы чрезвычайно слаб и разжижен, но все же он следует вероятно законам растворимости газов в жидкости. Количество переходящей из воздуха в кровь ртути зависит поэтому от соотношения концентрации ее в воздухе и в жидкости (точнее ткани легкого и крови — ред.). Соединение растворенной ртути с белком дает альбуминат, который растворяется в жидкостях, содержащих белок. Таким образом растворившаяся в жидкости легких ртуть, вследствие соединения с белком, снова удаляется. Следовательно ртуть постоянно входит из воздуха в жидкость легких и быстро из нее выделяется. Это мнение поддерживается выводом из наблюдения Гетлина⁵, что ртутные пары полностью поглощаются из воздуха, если концентрация их не превышает $0,00025 \text{ мг/л}^*$.

Замечательно наблюдение Гоффа⁸, что при вдыхании паров ртутных солей ртуть обнаруживается в центральной нервной системе, а при интравенозном и внутримышечном введении ртуть задерживается печенью и почками и потому не может вообще достигнуть центральной нервной системы. Впрочем последнее мало вероятно.

Выделение ртути из организма^{**}. Выделение поглощенной при вдыхании ртути происходит, как до сих пор предполагали, главным образом через мочу и кал в приблизительно одинаковом отношении. Небольшое количество ртути появляется также в слюне и поте, а также в желчи, в желудочном и кишечном соку. Выделение начинается через несколько часов после поглощения и продолжается после однократного воздействия в течение нескольких недель, а при хроническом действии — в течение нескольких месяцев с перерывами. Такое медленное полное выделение объясняется тем, что в различных органах образуются отложения ртути (депо), главным образом в печени и в почках. Эти депо содержат следы металла долгое время после поглощения^{***}.

Шток и Циммерман¹⁰ нашли недавно, что морские свинки, вдыхавшие при динамической затравке воздух, насыщенный парами ртути (около 4 мг/л^3 , или 0,5 частей пара на 1 миллион), задержали в первые дни известное количество введенной ртути; большая часть ее выделилась из тела через легкие с воздухом при выдыхании; задержавшаяся же в организме часть выделялась при пребывании животного в свободном от ртути воздухе очень медленно. Через 3—4 недели оставалась в организме почти половина, а через 5 недель четверть поглощенной ртути. Шток и Циммерман делают такие же предположения по отношению к людям.

* Здесь кончается перевод из книги Гендерсона-Хаггарда.

** Перевод из книги Гендерсона-Хаггарда.

*** Здесь кончается перевод из книги Гендерсона-Хаггарда.

Явления отравления

а) Острое отравление. Острое отравление благодаря вдыханию большого количества паров ртути бывает сравнительно редко. Симптомы обнаруживаются прежде всего в пищеварительном канале; они сказываются металлическим вкусом во рту, тошнотой, болями в животе, рвотой; через несколько часов, а иногда через 2—4 дня появляется понос, большей частью кровавый. Моча содержит постепенно увеличивающееся количество белка, затем зернистые цилиндры, часто также эпителий почек и кровь. Все эти явления сопровождаются крайне болезненным самочувствием, чувством страха, сильными головными болями, частым пульсом, сердечной слабостью и часто также судорогами икроножных мышц; иногда отмечается раздражение слизистых оболочек дыхательных путей; наблюдаются также рефлекторный кашель и катарр трахей, а также воспалительные процессы в легких с лихорадкой (Гопман)⁷.

Через несколько дней появляется, как симптом начинающегося выделения ртути слюнными железами, так называемый меркуриальный стоматит: сначала только слюнотечение и боль при глотании, затем покраснение, опухание, кровоточивость и отделение десен от зубов. Из-под воспаленной части десен выступает жидкий гнойный экссудат. На губах и деснах может появиться темная полоса от сернистой ртути. Вся слизистая оболочка рта принимает своеобразную медно-красную окраску. На щеках и губах образуются остро очерченные язвы. Одновременно опухают лимфатические и слюнные железы. В тяжелых случаях стоматит вызывает шатание и выпадение зубов, затем некроз челюсти и расстройство общего состояния. В крови происходит гемолиз и распад кровяных телец, сопровождающийся иногда образованием тромбов. В более легких случаях выздоровление наступает через 10—14 дней. Изредка на 6—10-й день наступает смерть, при явлениях поражения почек и сердечной слабости (перед смертью чувство страха). Так отмечается случай, когда испарение 2,5 г ртути на раскаленной жести повлекло за собой смертельное отравление¹¹.

Чувствительность к острому отравлению ртутью весьма различна; особенной чувствительностью отличаются люди с больными почками. После вдыхания пыли посевной протравы, содержащей нитрофенолртуть (Тиллантин Р), наблюдались острые, но быстро проходящие отравления, сопровождавшиеся в продолжение нескольких дней общей слабостью, головокружением и т. п. (Янсен⁹).

Острое отравление ртутью может однако вызвать также значительные последствия, главным образом нервного характера; повышение рефлексов и чувствительности кожных нервов, дрожание языка и пальцев, согнутую негибкую походку, удрученное настроение. Симптомы как подострого, так и хронического отравления зависят от уже упомянутого очень медленного выделения отложившейся в теле ртути.

б) Хроническое отравление. Хроническое отравление ртутью начинается обыкновенно уже описанным выше стоматитом. Затем постепенно развивается расстройство питания, отсутствие аппетита, малокровие, падение веса. Эритроциты часто уменьшаются в числе, а среди белых кровяных шариков преобладают одноядерные. Однако такая картина крови не всегда бывает характерной. Одновременно появляются симптомы «эретизма»: пациент становится раздражительным и нервным, появляются сонливость, тяжелые сны и головные

боли. В более легких случаях больные жалуются на утомляемость, слабость и нервность.

Ртутный тремор начинается одновременно легкими подергиваниями лица и ясной дрожью пальцев. Работа может производиться только грубая. При полном покое дрожь прекращается, но всякое движение, как например писание, особенно в присутствии посторонних лиц, снова вызывает ее. В тяжелых случаях пациент не в состоянии без посторонней помощи стоять, ходить, пить, есть, ему трудно даже говорить. Тремор очень резкий; он выражен тем сильнее, чем возбужденнее пациент. Хроническое отравление ртутью почти всегда сопровождается болями в суставах и конечностях; случаи паралича и периферического неврита редки.

В самых тяжелых случаях отравление действует на умственную деятельность и память; наблюдаются бред, галлюцинация и наконец кахексия и смерть. Но все же смерть редко является непосредственным следствием хронического отравления, чаще же она вызывается вторичным заболеванием, вроде воспаления легких. Хроническое ртутное отравление располагает особенно к туберкулезу, способствуя развитию существовавших ранее очагов и ускоряя ход болезни. При хронических отравлениях ртутью усиливаются также хронические катарры носа (Бригеман¹). У рабочих, отравленных ртутью при производстве волосяных шляп, наблюдалось не слюнотечение, а напротив, крайняя сухость в полости рта. Это подтверждает также и Шток¹⁷.

Чрезвычайный интерес вызвали в последние годы сообщения Штока о его собственном хроническом отравлении вследствие продолжительного вдыхания ничтожнейших количеств ртутного пара в зараженной рассыпанной ртутью лаборатории. Воздух лаборатории содержал только несколько тысячных мг/м³. Выздоровление продолжалось 1—2 года.

Дальнейшие выводы Штока, что амальгамные зубные пломбы могут вызвать более или менее сильные явления хронического отравления, встречают возражения³. Новейшие пломбы из благородных металлов считаются, напротив, в сравнении с прежними медными, безопасными.

Вряд ли возможно привыкание к вдыханию паров ртути. В отдельных случаях хронического отравления наблюдались некоторая раздражительность и пугливость без каких-либо других заболеваний, когда отсутствовали тяжелые расстройства питания.

Ядовитые концентрации паров ртути. По Гетлину⁵ ежедневное вдыхание от 0,4 до 1 мг ртутных паров ведет через несколько месяцев к отравлению. Оно происходит также при ежедневном 3—5-часовом вдыхании в течение 2—3 мес. воздуха, литр которого содержит 0,0007 мг ртути, или приблизительно 0,085 частей пара на миллион частей воздуха. Вдыхаемое при этих условиях общее количество ртути в день определяется 0,771—1,285 мг²¹.

По Леману рабочий, вдыхающий в течение 8-часового рабочего дня около 4 м³ воздуха, содержащего в среднем 1,5 мг ртути на 1 м³ (или 0,0015 мг/л, или около 0,18 частей пара на миллион частей воздуха) вводит в свой организм ежедневно в среднем 6 мг ртути, что является при продолжительном вдыхании крайне опасным. Шток после ежедневного вдыхания $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{200}$ мг ртутных паров наблюдал на себе самом определенные явления отравления. Во всяком случае опасны уже незначительные доли миллиграмма.

Терапия. Острое отравление требует симптоматического

лечения. Рекомендуется многократное введение гипосульфита интравеннозно по 0,1—1,0 г в день и глюкозы (последняя также подкожно); тиоуксуснокислый стронций внутрь, в течение 14 дней по 1 г. Одновременно молочная диета и поднятие сердечной деятельности.

Лечение хронического отравления ртутью состоит главным образом в устранении источника отравления (временное отстранение от вредной работы) и в гигиеничных и тонизирующих мероприятиях, как хорошее питание, движение или работа на открытом воздухе, молоко, запрещение алкоголя. Прописываются обыкновенно иодистый калий (до 2 г в возрастающих дозах) и теплые ванны (главным образом серные), а также для ускорения выделения яда продолжительное лечение минеральными водами. Рекомендуется также лечение пилокарпином (0,01 г подкожно). При треморе предписывается попеременно гальванический и фарадический ток; смотря по обстоятельствам, — наркотики; при раздражении соединительных оболочек — 2%-ный раствор двууглекислого натрия, против слюнотечения атропин (подкожно) и против стоматита вяжущие полоскания для рта.

Профилактика отравлений парами ртути в лабораториях и заводах состоит в возможном сокращении поверхности, подвергающейся испарению ртути. Рекомендуется осторожно обращаться с металлом и, главным образом, не рассыпать его по полу. Полы должны быть сделаны из гладкого, непроницаемого, без щелей материала; деревянные и цементированные избегаются. Все сосуды со ртутью должны быть тщательно закупорены, и, если возможно, содержащаяся в них ртуть должна быть покрыта глицерином или другой препятствующей испарению жидкостью. Все помещения, в которых испаряется ртуть, должны быть снабжены хорошей вентиляцией.

Во избежание сильного испарения металла внутри помещения должна поддерживаться низкая температура. Перемена платья до и после работы обязательна.

Если испарение ртути неизбежно, то следует тщательно наблюдать за уходом за ртом и зубами рабочих. Обязательно чистить зубы два раза в день и полоскать рот перекисью водорода или раствором хлористого кальция. Через известные промежутки времени зубы должны подвергаться осмотру и испорченные удаляться. По меньшей мере раз в 6 мес. должен быть общий медицинский осмотр. Люди, страдающие или страдавшие туберкулезом, а также со слабой деятельностью почек и болезнями рта (альвеолярная пиоррея и др.), не допускаются к занятиям, связанным с продолжительной работой со ртутью. Это относится также к женщинам в возрасте, когда они способны к деторождению, и к молодым людям обоего пола, особенно чувствительным к отравлению ртутью.

Защитой могут служить также противогазы (см. раздел «Индивидуальная защита»).

Ниже приведены отдельные положения советского законодательства, касающиеся охраны труда в производствах, связанных с применением ртути.

Об устройстве и содержании фабрик и мастерских для изготовления фетровых шляп и фетровых валенок (Обяз. пост. НКТ СССР 18/VII 1924 г. № 323/431).

Настоящее обязательное постановление относится ко всем мастерским, где производится предварительная обработка пуха, употребляемого в фетрово-шляпном производстве, а равно и самая выделка фетровых валенок.

1. Воспрещается при обработке шкурок пользование ртутными препаратами и изготовление шляп и валенок из луха, обработанного растворами, содержащими ртуть...

(Якимчик, 1930, стр. 264, Марфенин и др., 1935 г., стр. 389—390).

В «Правилах устройства, содержания и безопасности работ на стекольных заводах», утв. Обязат. постановл. НКТ СССР 11/IV 1930 г. № 150, указано:

...45. Места производства ртутной калибровки изделий должны быть изолированы от других работ, надлежащим образом оборудованы и снабжены вентиляцией (Якимчик, 1930 г., стр. 345).

Индикация и определение. 1. Медленное пропускание исследуемого воздуха через шарообразную трубку с 10 см³ раствора иода в иодистом калии, затем обесцвечивание титросульфитом и осаждение сульфида.

2. Пропустить в 2 мин. 1 л воздуха через метадлический иод, затем растворить в растворе иодистого калия, обработать едким натром для осветления и колориметрически определить в виде сернистой ртути.

3. Цветная реакция с треххлористым золотом и иодистым калием уже при 3 мг/м³ дает положительные результаты (Селиван¹⁶).

4. Для определения меньше чем 1/100 мг ртути в воздухе служит дифенилкарбазид, окрашивающий нейтральный ртутный раствор в сине-фиолетовый цвет. Способ допускает индикацию 5/10000 мг ртути (как HgCl₂) в 2 см³ раствора (Шток и Поланд¹⁸).

5. Мюллер и Прингсгейм¹² рекомендуют пропускание приблизительно 0,3 м³ воздуха через жидкий воздух в продолжение 5 час., причем ртуть сгущается. Дальнейшее определение производится оптическим путем; граница чувствительности метода ниже 5 γ/м³.

6. Поглощение золотой фольгой и т. п. и последующее взвешивание.

Литература

1. Briggemann, Ztschr. Laryng. usw. 15 (1926).
 2. Cole, Gericke u. Sullivan, Arch. f. Dermat. u. Syphilis 5, 18 (1922).
 3. Flury, Münch. med. Wchschr. 1926, 1021.
 4. Gerbis u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 750 (1926).
 5. Göthlein, Hygien. Rdsch. 21, 390 (1911).
 6. Hamilton, Journ. ind. Hyg. 5, 399 (1924).
 7. Hopmann, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 422 (1927).
 8. Hoff, Jahrb. f. Psych. 46, 209; no Ber. Physiol. 53, 620 (1930).
 9. Jansen, Med. Welt 1929, № 44.
 10. Koelsch, Ilzhöfer u. Keinath, Zentralblatt Gewerbehyg. 7, 11 (1919).
 11. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 258, 1928.
 12. Leymann, Arbeiterschutzbroschüren im Deutschen Reich, Berlin 1927.
 13. Moll, Ztschr. f. angew. Ch. 27, 80 (1914).
 14. Müller u. Pringsheim, Naturwissenschaften 18, 364 (1930).
 15. Rosl-Starkenstein-Pohl, Toxikologie, S. 153, 1929. (рус. пер., ч. I, Медгиз, 1931).
 16. Селиван, Гигиена труда 4, 85 (1926).
 17. Stock, Ztschr. f. angew. Ch. 39, 461 (1926); Med. Klinik 1928, № 29 u. 30. См. также изложение дальнейших работ: Ber. Physiol. 39, 450 (1927).
 18. Stock u. Pohland, Ztschr. f. angew. Ch. 39, 791 (1926).
 19. Stock u. Zimmermann, Biochem. Ztschr. 216, 1 (1929).
 20. Teleky, Die gewerbliche Quecksilbervergiftung. Schriften des Instituts für Gewerbehygiene. Frankfurt 1912 (там же литература).
 21. Turner, Publ. Health Rep. 39, 329 (1922).
- Ср. также:
Bodong, Erkrankungen durch Quecksilber und seine Verbindungen (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 26, Berlin 1930).

Дополнительная литература

- Baader, Gewerbekrankheiten (1931).
 Baader u. Holstein, Das Quecksilber usw. Berlin 1933. (Новейшая очень полная монография.)
 White, Профессион. поражения кожи, стр. 79, Москва (1925).
 Андреев, Сборн. Профпатол. и гигиена № 2 (1928).
 Вегер, Сборник Профпатол. и гигиена, вып. 11 (1930).
 Он же, Клинич. медицина № 5 (1930).
 Вигдорчик, Профессион. патол., стр. 273, Медгиз (1930).
 Вольфовская, Гигиена труда № 8 (1928).
 Гельман, Введение в клинику профессион. отравлений, стр. 104, Москва (1929).
 Гельфанд, Оздоровл. труда и револ. быта, вып. 19 (1928).
 Гельфанд и Смирнов, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 4 и 5 (1929).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышл. предприятиях, стр. 196, 2-е изд., Соцгиз, 1931.
 Давиденко, Оздоровл. труда и револ. быта, 26 (1930).
 Дмитриев, Гигиена труда № 16, 18 (1927).
 Дунаевский и Пейсахович, Сб. Профпатол. и гигиена, вып. 11 (1930).
 Койранский и Бенедиктова, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 4—5, 41 (1931).
 Кравков, Основы фармакологии, ч. 2, стр. 301, ГИЗ 1928.
 Кульков, Русская клиника (1930). Оздоровл. труда и револ. быта, вып. 19 (1928). Моск. мед. журнал, № 8 (1928).
 Кульков, Футер и Тарнопольская, Arch. f. Psychiatrie 96, 661 (1932).
 Левицкий, Revue d'hygiène 31, 14 (1909).
 Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, Профиздат (1935).
 Малюков, Ртуть и ртутные руды СССР. Источники минерального сырья для химической промышленности, ч. 2, стр. 185, Москва (1928).
 Навроцкий, Гигиена труда № 3, 41 (1928).
 Похваленский, Сборн. Охрана труда в химич. промышл., т. 2, вып. 2 (1929).
 Пьянков, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 11, 51 (1929).
 Райзельман, Сб. Профпатол. и гигиена, вып. 11 (1930).
 Розенбаум, Гигиена труда № 1—2 (1923).
 Сыркина, Ртуть в животном организме при экспериментальном отравлении, Гиг. труда № 4 (1934).
 Сняжкова, Ст. в книге под ред. Памфилова, Промышл.-санитарн. химия, стр. 122, Соцгиз (1931).
 Тихомиров, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 11, 111 (1929).
 Шафранова, Гигиена труда № 4 (1924).
 Шифман, Гигиена труда № 4, 118 (1927).
 Якимчик, Законодат. по технике безоп. и пром. санитарии, 4-е изд., Гоструиздат, 1930.

Алкильные ртутные соединения

Диметилртуть $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, мол. в. 230,66; темп. кип. 95° ; уд. в. 2,954 (при 22°) и

Диэтилртуть $\text{Hg}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$, мол. в. 258,69; темп. кип. 159° ; уд. в. 2,423 (при 23°).

Свойства. Бесцветные жидкости с своеобразным запахом. Они образуются при действии амальгамы натрия на иодистый алкил с прибавлением уксусного эфира, а также как побочный продукт при добывании ацетальдегида или алкоголя и уксусной кислоты из ацетилена при употреблении окиси ртути в виде катализатора.

Характер токсического действия. Характерные для хронического отравления ртутью нервные симптомы (паралич центральной нервной системы) вызываются уже в острой форме парами алкильных ртутных соединений.

Известны случаи смертельного отравления двух химиков метильным производным. В первом случае, где заболевание продолжалось 10 дней, наблюдались, кроме слюнотечения и стоматита, глухота, расстройство зрения, потеря чувствительности, бред и кома. Во втором случае, начавшемся точно так же, отравление протекало более хронически. Смерть наступила только при явлениях исхудания и слабости через год вследствие пневмоний.

Меньшие дозы могут вызвать в течение недель и месяцев состояние слабости.

Литература

Нерр, Arch. f. exp. Pathol u. Pharmac. 23, 91 (1887) (там же литература).

Соединения олова

Оловянистый водород и соответствующие алкильные соединения олова представляют собой сильные яды. Хлорное олово сравнительно безвредно. Его действие в дымообразном состоянии соответствует сравнительно низкой концентрации хлористого водорода, заключающейся в этом дыму (тумане).

Оловянистый водород

Формула: SnH_4 . Мол. в.: 122,73

Получение. Добывается электролизом подкисленного серной кислотой раствора сернокислого олова между свинцовыми электродами в присутствии декстрина или глюкозы³, а также при нагревании Sn_2H_2 в атмосфере водорода. Sn_2H_2 получается, когда хлористое олово SnCl_2 растворяется на холоду в калийной щелочи, и фильтрат обрабатывается листовым алюминием^{5*}.

Свойства. Газ, темп. кип. — 52° со своеобразным запахом, напоминающим органические вещества. Вес 1 л 5,1 г. Довольно стоек.

Возможности отравления — только при работах в лаборатории.

Общий характер токсического действия: яд, вызывающий судорожные явления и действующий повидимому сильнее, чем мышьяковистый водород.

Явления отравления

1. У животных². Мыши:

мг/л	Части пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (прибл.)	Действие
2,0	400	через 5 мин. атаксия; через 7 мин. судороги; через 12 м. смерть
5,5	1100	через 2 мин. смерть при явлениях судорог

* Заявление Фаубеля⁴, что оловянистый водород образуется везде, где встречаются олово, соляная кислота и выделяющийся водород, опровергнуто Пацетом¹ и Рабиновичем³; по их мнению Фаубель в своих опытах, где он приписывал оловянистому водороду единственно лишь способность вызывать легкий кашель, вообще не имел дела с этим соединением.

Морская свинка:

мг/л	Части пара на миллион (см ³ /м ³) (прибл.)	Действие
1,5	300	2 часа перенесено без заметного действия; смерть через 16 час.
2,0	400	2 часа также перенесено; смерть в последующие 15 мин.

У человека. До сих пор не было сообщений о более тяжелых отравлениях. О наблюдениях Фаубеля см. примечание к стр. 313. Педлей⁴ сообщает, что один рабочий, в течение 20 лет растворявший ежедневно в продолжение 15 мин. олово в соляной кислоте, жаловался на следующие явления: чувство стягивания в горле, ощущение холода в груди, по утрам тошнота, тяжесть в области желудка, запор. Это может быть надо приписать действию водорода, абсорбированного каплями хлористого олова. Можно также предположить действие и мышьяковистого водорода.

Литература

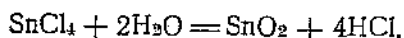
1. Joachimoglu u. Paneth, Münch. med. Wchschr. 1924, 1647; 1925, 390.
2. Paneth u. Joachimoglu, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 57, 1926 (1924).
3. Paneth u. Rabinowitsch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 57, 1877 (1924).
4. Pedley, Journ. ind. Hyg. 9, 43 (1927).
5. Vaubel, Münch. med. Wchschr. 1924, 1097; 1925, 1161.
6. Weeks, Rec. trav. chim. Pays-Bas 45, 203 (no Chem. Zentralblatt 1926, 2316).

Четыреххлористое олово

Формула: SnCl_4 . Мол. в.: 260,53

Добывается действием хлора на хлористое олово.

Свойства. Жидкость, темп. кип. 115,8°; уд. в. 2,23. Вес 1 л пара 10,84 г. Разлагается во влажном воздухе с образованием тумана:



Возможности отравления. Во время мировой войны применялся как дымообразующее вещество в соединении с аммиаком. Ядовитость этого дыма (тумана) сравнительно незначительна.

Дополнительная литература

- Carozzi, Etain, Hygiène du travail № 187, Genève.
 Paschke, Wien. med. Wochenschr., 62, 2887.
 Oppenheim, Rille, Ullmann, Schädigungen d. Haut durch Beruf usw., 2, 143, Leipzig (1926).

Органические соединения олова

Общий характер токсического действия. Яды нервной системы довольно значительной силы.

Тетраметилолово $\text{Sn}(\text{CH}_3)_4$, мол. в. 178,79; темп. кип. 76—77° и

Тетраэтилолово $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$, мол. в. 234,86; темп. кип. 181° ; оба менее ядовиты, чем соответствующие соединения свинца. Они причиняют уже в незначительной концентрации сильные головные боли. При хроническом действии они поражают нервную систему и главным образом зрительный нерв (Neuroretinitis optica).

Триэтилацетат олова $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{SnOCOC}_2\text{H}_5$, мол. в. 264,84; кристаллы, только до $1\frac{1}{2}\%$ растворимые в теплой воде.

Пары вызывают головную боль, общую слабость, тошноту, понос, альбуминурию (Уайт).

Литература

White, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac., 13, 53 (1881).

Свинец

Мало известно, что главными входными воротами для яда при свинцовых отравлениях являются органы дыхания. Свинец и его соединения поглощаются органами дыхания частично в форме паров, частично в форме свинцовой пыли. Практически пары имеют меньше значения, чем пыль. Около $1/3$ пыли осаждается в органах дыхания, а $2/3$ ее попадает в желудочно-кишечный тракт. В сравнении с легкими резорбция свинца в пищеварительных органах происходит более медленно.

Металлический свинец плавится при 327° и кипит при нормальном давлении при 1540° . По Геберту и Гейму как металлический свинец, так и свинцовые белила и свинцовый глет могут находиться в окружающей атмосфере в парообразном состоянии (следы) не только при 100° , но даже и при обыкновенной температуре. Леман сомневается в этом. Во всяком случае указанные количества свинца едва ли могут иметь токсикологическое значение. При плавлении свинца наличие его в воздухе может быть определено, лишь при температуре плава выше $750-1000^\circ$ (Левин¹⁵, Рот¹⁶). При плавлении свинцовых сплавов или старого свинца, или в присутствии соляной кислоты пары его поступают в воздух и при температуре $400-600^\circ$. Если же свинец соприкасается при пайке с пламенем газовой горелки, то при этом образуется коллоидальный «свинцовый дым». При этом в случае работы с кислородо-водородной смесью «свинцового дыма» получается больше, чем в случае работы с ацетилено-кислородной смесью. Коллоидальная окись свинца проникает в воздух также и при работах по оцинкованию.

Хлористый свинец плавится при температуре около 500° и кипит при температуре около 950° . Окись свинца плавится при 880° , переходя еще до момента плавления в парообразное состояние в больших количествах.

Вопрос о том, в какой форме (за исключением пыли) свинец и свинцовые соединения находятся в окружающей атмосфере, еще недостаточно выяснен.

Возможности отравления. Свинцовые отравления возможны везде, где свинец проникает в окружающую атмосферу в виде пыли и паров; так например при обработке свинцовых руд, при переплавке старого свинца, при изготовлении свинцовых сплавов, при свинцовой пайке, при оцинковании, при изготовлении типографского шрифта*, при пользовании свинцовыми ваннами в химической промышленности.

* Воздух над электроплавильным котлом словолитных машин не содержал никаких паров свинца; содержание в нем пыли было крайне незначительно. (Waser, Schweiz. Buchdr.-Ztg., по Chem. Zentralblatt 1930 II, 1119⁴)

сти, при автогенной сварке и резке, при раскладке корабельных частей, окрашенных свинцовыми красками; при пайке различных металлических предметов, окрашенных свинцовыми белилами; при шлифовке или обработке пемзой свинцовой пробелки; при удалении свинцовой окраски с железных конструкций или при снятии ржавчины при помощи пескоструйных аппаратов²¹; при шлифовке предметов из гартблея; при изготовлении свинцовой оболочки для кабелей и т. п.; при изготовлении свинцового стекла; в торшечном производстве при употреблении глазури, содержащей свинец⁴; при изготовлении свинцовых глетов, свинцовой охры, замазки, вообще свинцовых красок; при производстве трансформаторов и аккумуляторов; в аккумуляторных помещениях^{18; 22}.

Г. Катц¹⁰ приводит сводку редких причин отравления свинцом.

Случаи отравления летучими алкилсвинцовыми соединениями описываются особо.

Установлены следующие количества свинца на 1 м³ воздуха:

В лудильне с открытой ванной	3,78 мг
В лудильне с закрытой ванной и вентиляцией	0,64 "
При соскабливании олова	12,43 "
При обмакивании глиняной посуды	0,18 " и
При обмакивании фаянса	0,21 " и
При очистке глиняной посуды	0,23 "
При очистке фарфора	1,33 "
При сушке глиняной посуды	0,22 "
При покрытии глиняной посуды	0,21 "
При покрытии фарфора	0,11 " и
При живописи на итальянском фаянсе	0,03 "
При обтирании жел.-дор. вагонов м. пр. с помощью песочной бумаги без эксгаустера	0,91 "
	3,87; 5,37; 8,31; 11,61; 27,83 и 102,55 мг;
С работающим эксгаустером	0,47; 0,14; 0,38 мг (Pickering) ¹³

При освинцевании на уровне головы рабочего от 0,02 до 2,33 мг

Содержание свинца в воздухе уменьшается пропорционально удалению от места работы; на расстоянии 1—2 м от рабочего места свинца в воздухе уже нет (данные должны быть проверены—ред.).

При изготовлении свинцового стекла:

Вблизи печей	максимум 4—30 мг/л
В самом рабочем помещении	от 12 до 19 мг/л
	минимум 0,1 мг/л

(Френкель и Телеки)⁷.

В пыли вакуум-пылесосов в одной типографии найдено до 0,2 мг/см³, что соответствует 0,2 г/л (очень тонкая пыль; диаметр частиц меньше 4 μ).

Общий характер токсического действия. Свинец, как и все тяжелые металлы, является протоплазматическим ядом. Поражению подвергаются форменные элементы крови, костный мозг и нервная система. При этом наблюдаются отложения свинца. Свинец обладает длительным и кумулятивным действием.

Явления отравления!

а) **Острое отравление.** Тяжелые случаи острых ингаляционных отравлений мало известны. Легкие случаи острых отравлений часто

наблюдались Хизером⁴ у венгерских горшечников. Признаки отравления обнаруживались через $\frac{1}{2}$ —1 час после обжигания горшков и заключались в сладковатом вкусе во рту, тошноте, слюнотечении, рвоте, болях в желудке. Все эти явления проходили через 2—3 часа. Употребление жира, сала и масла задерживает развитие отравления. Остается неясным, зависят ли указанные отравления, и в какой мере, от попадания яда через органы пищеварения.

б) Хроническое отравление. Симптомы отравления весьма изменчивы, особенно вначале. Причиной этого является различная индивидуальная чувствительность; имеет значение также продолжительность воздействия свинца, количество его, попавшее в организм, и скорость его выделения из организма. Течение хронического свинцового отравления носит медленный характер. Явления отравления появляются большей частью лишь спустя неделю, месяц, даже год, после того как в организме накопится свинец, в количестве, достаточном, чтобы вызвать отравление. По Штраубу и Эрленмейеру⁶ это имеет место тогда, когда определенное минимальное количество свинца «омывает» организм («поток свинца») в течение периода времени, превышающего известный минимум. Соответственные минимальные величины для кошек равны 0,04 мг/кг в час в течение 60 дней, после чего наступает смертельное отравление.

Первые признаки хронического отравления свинцом характеризуются слабостью, потерей в весе, свинцовой каймой (появляется узкая синевато-серая полоса шириной 1—2 мм по краю десен) и иногда серовато-белой окраской слизистой оболочки рта. Это окрашивание является результатом выделения свинцовых соединений из капилляров слизистой оболочки в окружающую ткань; при плохом уходе за полостью рта эти соединения реагируют с сероводородом с образованием сернистого свинца. Зубы покрываются желтоватым или желтовато-коричневым налетом. Роговая оболочка глаз точно так же окрашивается слегка в желтоватый цвет. Появляется обычно неприятный запах изо рта, уменьшение аппетита, похудание и образование морщин на лице. Кожа бледна и имеет характерный желтовато-серый оттенок, так называемый «свинцовый колорит», повидимому вследствие образования сернистого свинца и разрушения форменных элементов крови.

Картина крови часто изменяется уже в начальной стадии отравления. Очень характерно появление базофильной зернистости эритроцитов (Körnchenzellen). Наличие более чем одного эритроцита с базофильной зернистостью в 50 полях зрения в среднем на каждые 200 эритроцитов указывает на существование свинцового отравления; если же зернистых эритроцитов нет, то это указывает с большой долей вероятности на отсутствие свинцового отравления. Иногда наблюдается также и временное повышение количества лейкоцитов. В моче обнаруживается часто наличие гемоглобина, а также и гематопорфирин. После этой начальной стадии отравления, а иногда и без нее, хроническое отравление постепенно переходит в следующую стадию — максимального развития явлений.

Характерным для этой стадии является наступление свинцовых колик, болей в суставах (артралгии) и параличей.

Свинцовые колики характеризуются резами в животе, похожими на судороги. Часто все это сопровождается рвотой, запорами и реже поносами. При перерывах в работе со свинцом колики нередко совершенно исчезают.

Свинцовые «артралгии» очень похожи на сильные подагрические боли в суставах.

В некоторых случаях наступают параличи вследствие поражения периферической нервной системы. Поражению подвергаются главным образом разгибатели кисти и пальцев (параличи лучевого нерва). Одновременно появляется мелкое дрожание пальцев рук. В особо тяжелых случаях развивается поражение мозга (так называемая *Encephalopathia saturnina*), проявляющееся в сильных головных болях, шуме в ушах, в расстройстве зрения вплоть до слепоты (либо вследствие спазма сосудов, либо поражения зрительного нерва или сетчатки), в явлениях общих судорог, в глубоких обмороках и сильном возбуждении.

Нередко развиваются артериосклерозы. Кровяное давление большей частью повышено. Вместе с этим наблюдается поражение почек в виде их сморщивания (цирроз). Наряду с малокровием в тяжелых случаях развивается общее истощение (свинцовая кахексия).

Все эти симптомы редко наблюдаются вместе. Чаще всего встречаются свинцовая кайма, базофильная зернистость эритроцитов, анемия, колики и дрожание.

При свинцовых отравлениях у женщин нередко происходят либо преждевременные роды, либо ребенок рождается мертвым. Дети, родившиеся живыми, умирают часто в первые годы жизни. Грудное молоко женщин, отравленных свинцом, является вредным для ребенка.

Выделение свинца происходит очень медленно и по преимуществу с калом и мочей.

Прогноз при хроническом свинцовом отравлении, если оно еще сравнительно недавнего происхождения и если больные могут быть освобождены от дальнейшего контакта с веществом, — благоприятен: в таких случаях, как правило, выздоровление наступает в течение нескольких недель. Быстрее всего исчезают колики и расстройства пищеварения.

При параличах годами остается мышечная слабость. Заболевание сосудов и почек при свинцовом отравлении является неблагоприятным моментом для прогноза.

Прогноз особенно неблагоприятен в тех случаях, когда все известные симптомы отравления появляются вместе уже в ранней стадии: сильная головная боль, сопровождающаяся болью в суставах и мышцах, очень тяжелые параличи с сильной анемией и желтухой, повышенное кровяное давление, белок в моче, особенно при наличии у отравленного артериосклероза.

В случаях возобновления работы со свинцом следует соблюдать особую осторожность во избежание повторных отравлений. Свинцовые депо легко могут быть мобилизованы под действием разных причин, в том числе благодаря возобновившемуся введению свинца. Так например повторные инъекции 0,001 мг уксуснокислого свинца в течение многих недель вызвали у больных, находившихся в стадии выздоровления, появление ясно выраженных рецидивов и свинцовой каймы (Баадер²). Рецидивы свинцовых отравлений наблюдаются также и при различного рода заболеваниях, инфекциях и нервных травмах. Имеется известная связь между кальциевым обменом и свинцовым отравлением. Алкоголики подвержены свинцовым отравлениям в большей степени.

Терапия. Немедленное прекращение работы на свинцовом производстве. Против колик рекомендуется применение атропина, морфия и

опия. При наличии рвоты во время колик дается морфий и атропин под кожу.

При запорах после прекращения колик рекомендуются: минеральные воды, касторовое масло, вареные фрукты, высокие клизмы с ромашкой и пр.

Для ускорения выделения яда рекомендуется гипосульфит в дозе 0,75, а затем 1 г внутривенно через каждые 3—4 дня, всего около 10 раз. Иодистый калий повидимому менее действителен. При анемиях были предложены препараты печени. Ни в коем случае не давать мышьяковых препаратов. При параличах: массаж и электро-терапия.

Усиленное питание. При коликах дается только молоко и растительная пища (но не капуста) до тех пор, пока не прекратятся жалобы на боли в животе. Ежедневно в первые недели болезни следует давать также по 1 л молока с 2 г молочнокислого кальция, что способствует связыванию кальция и иммобилизации «омывающего» организм свинца (Ауб, Майнот, Резников).

В остальных отношениях применяется симптоматическое лечение.

В стадии выздоровления даются общеукрепляющие средства, а также бальнеологическое лечение для усиления обмена веществ и выделения яда, рассольные ванны, вперемежку с ваннами с сосновым экстрактом, кислородными ваннами.

При возобновлении работы со свинцом необходима сугубая осторожность и врачебное наблюдение.

Профилактика. Усиленное и богатое жирами питание, обильное употребление молока, абсолютное воздержание от алкоголя, исключительная чистоплотность и точное соблюдение правил по защите от вдыхания свинцовой пыли.

«Не должны допускаться к работе со свинцом: все женщины и те из рабочих и служащих мужчины, которые уже ранее перенесли тяжелые свинцовые отравления, например свинцовые параличи, тяжелые или повторные приступы свинцовых колик, а также лица слабые или болезненные, особенно страдающие легочным туберкулезом, заболеваниями почек и сосудистой системы или сифилисом, и наконец алкоголики.

Длительное запрещение работы должно применяться в отношении форм свинцовой болезни, угрожающих жизни или сопровождающихся длительным истощением, т. е. при Encephalopathia saturnina, свинцовой кахексии, хроническом воспалении почек (не одной лишь альбуминурии), при рецидиве свинцового паралича, равно как и при легкой форме свинцовой болезни, если явления отравления появляются очень рано или повторно с короткими промежутками и особенно если тяжесть заболевания нарастает, что заставляет предполагать особую чувствительность заболевшего. Кроме того независимо от наличия свинцовой болезни работа запрещается в случаях, когда обнаружен туберкулез или алкоголизм.

Временное освобождение от работы необходимо во всех остальных случаях свинцовых заболеваний до полного исчезновения признаков отравления. Кроме того от работы со свинцом следует освобождать «носителей» свинца, у которых клиническая картина и состояние крови (наличие многочисленных базофильных эритроцитов) (Körnchenzellen) заставляют опасаться появления свинцового заболевания в ближайшем будущем» (Curschmann, Bleimerkblatt *).

См. также нижеприведенные положения советского законодательства.

Извлечение из обязательного постановления НКТ СССР 11/X 1924 г. № 427/472 об устройстве и содержании предприятий, вырабатывающих свинцовые краски и другие свинцовые соединения (Известия НКТ СССР 1924 № 41) *.

... Действие его распространяется на все предприятия, вырабатывающие фабрики, содержащие свинцовые соединения, как то: свинцовый сурик, свинцовые белила, глет, массикот, крон, свинцовый сахар и пр.

I. Устройство и содержание рабочих помещений

1. Все отделения предприятий, занятых выработкой свинцовых белил, сурика, глета и прочих свинцовых соединений должны быть оборудованы и расположены таким образом, чтобы переноска и транспортировка тяжестей производилась механическим способом.
2. Полы мастерских должны быть настолько плотными, ровными, гладкими и водонепроницаемыми, чтобы их легко можно было очищать от пыли. Для стока воды, попадающей на пол, последние должны иметь надлежащий уклон.
3. Стены мастерских должны быть гладкими и доступными для обмывания. Обязательна промывка стен не реже одного раза в неделю.
4. Печи, аппараты, проводки, трансмиссии, лестницы и пр. должны тщательно очищаться мокрым путем от пыли и грязи не реже одного раза в неделю.
5. Рукоятки лопат, шпателей, ножей и прочих инструментов должны очищаться мокрым способом ежедневно по окончании работ.
6. Насыпка, пересыпка, просеивание, дробление, помол, отмучка, а также работы, связанные с выгонкой или нагреванием свинца и его соединений, должны производиться в закрытых аппаратах, причем пыль, пары или газы не должны проникать в воздух рабочих помещений.
7. Над котлами для плавки свинца должны быть устроены специальные вытяжные приспособления для удаления паров и газов в местах их возникновения. Рабочие отверстия котлов должны быть снабжены закрывающимися приспособлениями.
8. Перемешивание солей свинца, находящихся в периоде созревания, должно производиться механически.
9. Камеры насыщения углекислотой при производстве свинцовых белил должны быть так устроены, чтобы газы не могли проникнуть в рабочее помещение. Перед открытием камер последние должны тщательно проветриваться. Во время загрузки и выгрузки камер последние должны быть хорошо освещены.
10. Соли свинца, употребляемые в отмучку, должны быть увлажнены.
11. Подготовка материала к сушке и сама сушка должны быть так организованы, чтобы загрузка и выгрузка материалов производилась механически, без всякого участия рабочих.
12. Печи для обжигания сурика и глета должны быть устроены с механической загрузкой их. Выгребание и перемещение сурика и глета должны производиться таким образом, чтобы пыль, не могла проникать в рабочее помещение.
13. Упаковка глета, сурика и других содержащих свинец соединений должна производиться таким способом, чтобы была исключена возможность распространения пыли в рабочем помещении.
14. Замешивание белил с олифой должно производиться в отдельном помещении от краскотерки. При засыжке должны быть приняты необходимые меры к тому, чтобы пыль не проникала в рабочее помещение.
15. Всякая упаковка, содержащая краски, имеющие в своем составе свинец и его соли, должна иметь надпись, указывающую на содержание свинца.

II. Работа женщин и подростков

16. Женщины и подростки к работе со свинцовыми красками и их соединениями не допускаются.

III. Рабочее время

17. а) При производстве свинцовых белил:

в кубовом отделении	3 часа
в остальных стадиях производства	4 »

* Это обязательное постановление согласно нижеуказанного постановления НКТ СССР от 16/VIII 1929 г. за № 265 потеряло свою силу. Однако, учитывая наличие аналогичных производств с выделением вредной пыли, редакция поместила извлечение из вышеуказанного правила.

при производстве свинцовых белил французским способом (для севания, литья и загрузки)	6 час.
б) при производстве сурьки и глета при печах	6 »
в) при производстве сахара сатурна	4 »
г) при замешивании свинцовых красок	6 »
д) при развешивании и упаковке свинцовых красок и свинецсодержащих соединений	6 »

IV. Спецдежда

18. Рабочие, занятые работой со свинцовыми красками и их соединениями, должны снабжаться спецдеждой по нормам, утвержденным НКТ.

19. Респираторы должны каждый раз после работы тщательно очищаться от пыли мокрым путем.

20. Спецдежда должна еженедельно чиститься и мыться.

21. Чистка и мытье респираторов и спецдежды должны производиться специальными людьми за счет предприятия.

Примечание. Чистка и мытье одежды должны производиться на территории завода.

V. Спецпитание

22. Рабочим, занятым работой со свинцовыми красками и их соединениями, должно выдаваться молоко, согласно пост. НКТ СССР 27/IX 1923 г. № 93 (Изв. НКТ № 6/30).

VI. Вспомогательные помещения

23. Каждое предприятие, в котором производится работа со свинцом и свинецсодержащими соединениями, независимо от количества работающих в нем людей, должно иметь для хранения верхнего и рабочего платья две изолированных друг от друга раздевалки (для рабочей и для домашней одежды), хорошо вентилируемые и отапливаемые. В раздевалках должны быть устроены для каждого рабочего для хранения одежды отдельные шкафы.

24. При каждом предприятии должны быть устроены умывальники, имеющие удобную связь с мастерскими и раздевальнями, снабженные душами и умывальниками с горячей и холодной водой из расчета не менее одного душа на 10 чел. Эти помещения должны быть так изолированы, чтобы из завода не проникала в них пыль, и так расположены, чтобы рабочим после мытья не приходилось проходить через мастерские в помещения для хранения рабочей одежды.

25. Каждый рабочий должен получать от предприятия отдельное полотенце, которое должно еженедельно меняться.

26. Для полоскания рта каждый рабочий должен получать от предприятия зубную щетку, зубной порошок и стакан.

VII. Медицинское освидетельствование рабочих

30. Каждый рабочий перед поступлением на работу должен подвергнуться тщательному медицинскому освидетельствованию.

31. На работу могут быть приняты только совершенно здоровые люди.

32. Не реже одного раза в три месяца должны производиться поголовные медицинские освидетельствования рабочих, занятых работой со свинцом и его соединениями, организуемые в нерабочее время.

33. Если при медицинском осмотре будут найдены рабочие с признаками свинцового отравления, они должны быть, смотря по тяжести заболевания, или переведены на работы, не связанные с непосредственным соприкосновением со свинцом, или временно удалены в отпуск до поправки.

(Якимчик, 1930 г., стр. 293—295; Марфенин и др., 1935 г., стр. 464—466).

Обязательное постановление НКТ СССР 16/VIII 1929 г., № 265 об изготовлении, продаже и употреблении свинцовых белил (Изв. НКТ 1929 г. № 40—41).

1. Воспрещается открытие новых заводов свинцовых белил.

2. Воспрещается ввоз сухих и тертых свинцовых белил из-за границы.

4. ... Употребление сухих свинцовых белил разрешается предприятиям резиновой и фаянсовой промышленности впредь до замены их другими веществами.

Продажа сухих свинцовых белил остальным предприятиям, учреждениям и лицам, равно как и употребление их, производится только с особого разрешения наркомтрудов союзных республик.

5. Продажа свинцовых белил в виде красок всем предприятиям, учреждениям и лицам, за исключением учреждений Наркомвоенмора, допускается только в термом виде и лишь с особого разрешения наркомтрудов союзных республик... (Якимчик, 1930 г., стр. 300—301; Марфенин и др., 1935 г., стр. 470—471).

Извлечение из правил об устройстве и содержании заводов свинцовых аккумуляторов (Обяз. постановление НКТ СССР 9/1 1928 г. № 11) (Известия НКТ № 5 за 1925 г.).

1. Устройство рабочих помещений

1. Все вновь строящиеся заводы свинцовых аккумуляторов должны быть расположены вне черты города или селения.

2. Все отделения, мастерские и цеха заводов должны быть расположены по ходу производственных процессов таким образом, чтобы не происходило встречных или пересекающихся движений обрабатываемого материала.

3. Подача кислот в цеха не должна производиться вручную. Для этой цели должны применяться монтежю или другие механические приспособления, или же кислота должна идти самотеком.

4. Следующие работы должны производиться в особых изолированных друг от друга помещениях:

- а) обработка свинцовых пластинок, решеток, рам;
- б) получение металлической пыли;
- в) изготовление и смешивание выполняющей массы и накладывание пасты;
- г) плавка свинца и отливка пластин;
- д) формовка пластин.

5. Полы рабочих помещений, в которых происходит работа со свинцом и его соединениями и обработка свинцовых изделий, должны быть водонепроницаемыми (из цемента, твердого асфальта и др.) и должны быть ровными, гладкими и удобоочищаемыми. Запрещается устраивать в этих помещениях полы из дерева или мягкого асфальта.

В формовочных отделениях допускается устройство деревянных полов или асфальтовых полов, покрытых линолеумом.

6. Стены, потолки, двери и окна в рабочих помещениях, в которых производится работа со свинцом, должны быть гладкими и удобными для очистки мокрым путем (масляная краска, изразцы и т. п.). Во вновь устриваемых и капитально переоборудованных заводах свинцовых аккумуляторов углы стен и потолков должны быть закруглены.

7. Рабочие столы, на которых производится работа со свинцом, должны иметь ровную, гладкую поверхность без трещин и щелей.

Стол, служащий для намазки пластин, должны быть обшиты листовым алюминием или другим непроницаемым материалом, а края их должны быть подняты.

8. Во всех рабочих помещениях, в которых имеются выделения свинцовых паров и пыли, должны быть установлены рационально устроенные вентиляционные установки для полного улавливания и удаления выделяющихся паров и пыли в местах их образования.

9. Шлак, снимаемый с котлов, должен сливаться в особый приемник с плотно закрывающейся крышкой, которая должна открываться только в момент забрасывания шлака.

10. Все работы по загрузке свинцовых шариков в мельницу и по выгрузке свинцового порошка должны быть механизированы. Размол свинцовых шариков (свинцовая мельница) должен производиться в герметически закрытых аппаратах.

11. Загрузка сурика, глета и прочих свинцовых соединений в глетомешалку и размешивание и выгрузка смеси должны производиться механическим путем в герметически закрытой аппаратуре.

Все употребляемые свинцовые соединения должны храниться в плотно закрытых сосудах.

12. Намазка пластин голыми руками воспрещается. Над столами для намазки пластин должна быть устроена рациональная местная вытяжная вентиляция для улавливания свинцовой пыли.

13. Зачистка ушков пластин не должна производиться вручную.

Исключения из этого правила допускаются с разрешения инспектора труда при работах с очень мелкими пластинами.

14. Станки для зачистки ушков, а также ленточные и круглые пилы для распиловки пластин должны быть снабжены отсасывающими устройствами для полного улавливания пыли.

15. Серная кислота, употребляемая для формовки, должна быть технически чистой.

16. В формовочных отделениях должна быть устроена рациональная вентиляция для удаления газов и паров, выделяющихся в процессе формования.

17. Спайка пластин должна производиться водородом. В исключительных случаях с разрешения органов НКГ спайка пластин может производиться пламенем вольтовой дуги в условиях, определяемых указанными органами и обеспечивающих удаление образующихся паров от места их возникновения.

18. Цинк, употребляемый для добывания водородного газа при пайке пластин, должен быть чистым, без вредных примесей.

19. Свинцовая пыль и пары, образующиеся при пайке, сборке и упаковке формованных пластин, должны полностью удаляться вентиляционными приспособлениями.

20. Пыль, удаляемая вентиляционными приспособлениями, не должна выбрасываться непосредственно наружу. Для улавливания ее должны быть устроены специальные камеры в особых помещениях, изолированных от остальных помещений непроницаемыми стенами с отдельными наружными входными дверями.

II. Содержание рабочих помещений

21. Рабочие помещения не должны загромождаться запасами свинца в виде сырого материала или полуфабрикатов.

22. Уборка полов, столов, верстаков, станков и инструментов должна производиться ежедневно влажным способом.

Кроме того в отделениях, в которых производится наиболее пыльная работа (свинцовая мельница, распиловка пластин, зачистка ушков, а также замазка пластин), пол должен:

- а) содержаться постоянно сырым, пока производится работа;
- б) регулярно промываться при помощи рукава;
- в) иметь надежные приспособления для стока воды.

23. Стены, потолки, окна, подоконники, трубопроводы, лестницы, шкафы и пр. должны очищаться влажным способом не реже одного раза в неделю.

24. Каждая мастерская должна быть снабжена прокипяченной и охлажденной питьевой водой в закрытых резервуарах фонтанного типа (устраняющего необходимость пользования кружками).

Указанные резервуары должны быть устроены так, чтобы краны у них не запылялись и не засорялись.

III. Вспомогательные помещения

25. На всех заводах, независимо от количества рабочих, должны быть устроены раздевалки с умывальниками по типу пропускной системы.

26. В умывальном помещении должны быть устроены души и умывальники с горячей водой.

Души должны функционировать ежедневно.

Души и умывальные краны должны быть устроены из расчета не менее одного умывальника на 15 человек и одного душа на 10 человек.

27. При умывальниках должны иметься: мыло в достаточном количестве, щетки для рук, ногтечистки и раствор для полоскания рта.

28. Каждому рабочему должны быть выданы на руки полотенце, зубной порошок, зубная щетка и стакан, которые должны храниться в умывальном помещении в особых местах, отведенных для этой цели...

(Якимчик, 1930 г., стр. 298—300; Марфенин и др., 1935 г., стр. 467—470).

Обязательное постановление НКГ СССР от 27/III 1930 г. № 128 о способах удаления старой краски с металлической обшивки пассажирских железнодорожных вагонов,

1. С 1/V 1930 г. воспрещается удаление сухим способом старой краски с металлической обшивки пассажирских вагонов на заводах и в участковых мастерских НКПС по ремонту железнодорожных вагонов, а также на тех заводах ВСНХ, на которых производится капитальный или средний ремонт пассажирских железнодорожных вагонов.

2. С 1/V 1930 г. удаление старой краски с металлической обшивки пассажирских вагонов в мастерских и на заводах, указанных в ст. 1, должно производиться мокрым или другим способом, который гарантирует от выделения сухой свинцовой пыли или вредных газов в процессе удаления краски.

3. Образующиеся при удалении старой краски отбросы должны собираться во влажном состоянии и удаляться из мастерских до их высыхания. (Якимчик, 1930 г., стр. 394).

Извлечение из Правил об охране труда в фарфоро-фаянсовом производстве (Изв. НКТ 1927 г. № 31), (Обяз. пост. НКТ СССР 12/VII 1927 г. № 170).

1. Механическим путем должны производиться следующие работы: ... смешивание и доставка свинецсодержащих веществ (к аппаратам)...

11. Во вновь устраиваемых предприятиях применение глазури, содержащих свинцовые соединения, не допускается. В существующих производствах применение глазури, содержащих свинцовые соединения, воспрещается с 1/I 1929 г.

19. В отделениях, в которых производится работа со свинцовыми соединениями, должны быть устроены в достаточном количестве души.

(Якимчик, 1930 г., стр. 297—298; Марфенин и др., 1935 г., стр. 446—448).

Извлечение из Обязательного постановления НКТ СССР 10/V 1924 г. № 230/395 об устройстве и содержании типографий и литографий (Изв. НКТ 1924 г. № 22 и № 33—34).

1. Настоящее обязательное постановление распространяется на всякого рода типографии и литографии, будь то самостоятельное учреждение или часть общего предприятия.

Ни одна типо-литография не может быть разрешена к открытию, если она не удовлетворяет какому-либо требованию настоящих обязательных постановлений. Действующие указанного рода предприятия должны быть переоборудованы в порядке постепенности, по указаниям и в сроки, установленные инспекцией труда, причем максимальный срок для переоборудования не должен превышать пяти лет.

Работа подростков и женщин

2. Подростки до 18 лет не могут быть допускаемы к работе в словолитне, стереотипной, бронзирочной.

3. Женщины не допускаются к работе:

а) в словолитном отделе.

Примечание. Разрешается работа женщин в упаковочном отделении, если оно изолировано от словолитни;

б) на машинах монотип (букволитной);

в) в бронзирочном отделении.

Рабочие помещения

11. Словолитня, стереотипная, наборная и бронзирочная должны быть расположены в отдельных помещениях и отделены от остальных помещений путем устройства особых непроницаемых для пыли перегородок.

Вентиляция

16. Для проветривания помещения во всех отделениях должны быть устроены откидные фрамуги или форточки, причем размеры форточек должны быть таковы, чтобы общая площадь их была не менее 0,01 площади пола помещения.

17. Помимо того во всех отделениях должна быть устроена искусственная вентиляция с таким расчетом, чтобы обмен воздуха был не менее двух объемов помещения в час.

18. Вентиляционные отверстия должны быть устроены таким образом, чтобы не получалось ощущений резких токов воздуха, а также не подымалась пыль с рабочих станков, от ящиков с материалами и т. д.

19. Плавильные станки, котлы и место производства травления должны быть снабжены хорошо действующими эксгаусторами для отвода образующихся паров и газов.

Содержание рабочих помещений

24. Наборные кассы должны очищаться при помощи особых пылесосов. (Якимчик, 1930 г., стр. 438—440).

О воспрещении применять свинцовые подкладки при насечке напильников (пост. НКТ СССР 28/1 1929 г, № 48).

1. Воспрещается с 1/IV 1929 г. применять при насечке напильников подкладки из сплавов со свинцом.

2. В тех случаях, когда технические металлы, из которых готовятся сплавы для подкладок, сами содержат примесь свинца, количество свинца в подкладке не должно превышать 3%.

(Марфенин и др., 1935 г., стр. 329).

Определение. Воздух с содержащей свинец пылью следует протягивать через соответствующие фильтры для собирания свинца. Фильтр обрабатывается 32%-ной азотной кислотой до освобождения от свинца. Фильтрат выпаривается, смешивается в центрифужном стаканчике с горячей водой и раствором двуххромовокислого калия ($0,71 \text{ г}$ двуххромовокислого калия, 100 см^3 $0,1 \text{ N}$ уксуснокислого натрия, 25 см^3 2 N уксусной кислоты на 1 л , $1 \text{ см}^3 = 1 \text{ мг}$ свинца), нагревается на водяной бане до полного осаждения осадка, после чего содержимое стакана охлаждается и наполняется водой до отметки. В известной части смеси определяют количество не вступившего в реакцию двуххромовокислого калия титрованием с иодистым калием (Фробезе⁸).

Литература

Из чрезвычайно обширной литературы о свинцовых отравлениях здесь будут упомянуты только следующие источники.

1. Aub, Fairhall, Minot a. Reznikoff, Lead Poisoning. Baltimore 1926.
2. Baader, Opera coll. Congress. V. internat. medic. pro artif. calam. aff. aegrotisque, S. 411, Budapest 1898.
3. Blänsdorf, Bleiliteratur. Schriften aus dem Gesamtgebiete der Gewerbehygiene, herausgegeben vom Institut für Gewerbehygiene in Frankfurt a. M., N. F. H. 7, 2. Teil. Berlin 1922.
4. Chyzer, Über die im ungarischen Tonwarengewerbe vorkommenden Vergiftungen. Jena 1908.
5. Curschmann, Bleimerkblatt für Aerzte. Herausgegeben vom Reichsgesundheitsamt. 1919.
6. Erlenmeyer, Ztschr. f. exper. Path. u. Ther. 14, 310 (1913).
7. Fränkel u. Teleky, Klin. u. soz. med. Arb. 1915, 213.
8. Froboese, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 167 (1928).
9. Heim, Agasse-Lafont, Féil, Bull. 39, 37 (1925); по Koelsch, Münch. med. Wchschr. 1926, № 32.
10. Katz, Würzburg. Abh. 5, 98.
11. Lebermann, Med. Klinik 1926, 1334.
12. Legge u. Goadby, Bleivergiftung und Bleiaufnahme. Немецкий перевод, Berlin 1921.
13. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. S. 196. 1919 (русский перевод, стр. 202, ГИЗ, 1923).
14. Lehmann, Arch. f. Hyg. 94, 1 (1924); Klin. Wschr. 3, 605 (1924).
15. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 289, 1929.
16. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. Berlin 1927.
17. Minot, Journ. ind. Hyg. 6 (1924).
18. Minot a. Aub, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 23, 159 (1924).
19. Price a. Bridge, Journ. ind. Hyg. 7, 541 (1925).
20. Roth, Berl. klin. Wchschr. 1901, 567.
21. Schwarz, Med. Klinik, 17, 675 (1921); Zentralblatt Gewerbehyg. 9, 192 (1921); Ztschr. ärztl. Fortbildg. 20, 665 (1923); Münch. med. Wchschr. 70, 868 (1923); Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 2, 147 (1925).
22. Wernner, Dtsch. med. Wchschr. 1928, 103.
23. Витдорчик и Куприц, Гигиена труда 1926, 26.
- См. также:
- Pfeil, Merkblatt über berufliche Erkrankungen durch Blei und seine Verbindungen (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 11, Berlin 1930).

Дополнительная литература

- Aiello, *Medic. del lavoro* № 4, 45 (1931).
 Baader, *Gewerbekrankheiten*, Berlin 1931.
 Blatt, *Klin. Augenheilk.*, 86 (1931).
 Dhers, *Med. du travail* № 1, 1 (1933).
 Evans, *Arch. of intern. medic.* 735 (1932).
 Ferraro a. Hernandez, *Psichiatri. Quart.* 6, 121 и 319 (1932).
 Pontana a. Colapinto, *Clin. med. Italiana* 63, 1109 (1932).
 Groetschel, *Arch. f. Gewerbepathologie* 3, 325 (1932).
 Guggenheim, *Schweiz. med. Woch.* 1, 277 (1933).
 Kost, *Arch. f. Gewerbepathol.* 4, 42 (1932) (литература об изменениях крови).
 Lederer, *Fühners Samml. von Vergiftungsfällen* 3, H. 5 (1932).
 Lewis, *Brit. medic. journ.* 1, 185 (1932). см. там же полемику на стр. 262, 308.
 354, 449, 497.
 Litzner, Weyrauch u. Barth, *Arch. f. Gewerbepathol.* 2, 232 (1931).
 Litzner u. Weyrauch, *Arch. f. Gewerbepathol.* 474 (1932). *Med. Klinik* № 12, 381 (1933).
 Schmidt u. Weyrauch, *Über die Diagnostik der Bleivergiftungen im Lichte moderner Forschung*, Jena 1933.
 Serson, *Arch. f. Gewerbepathol.* 4, 165 (1933).
 Weyrauch, *Zeitschr. f. Hygiene* 111, H. 2 (1931).
 Pfreine, *Über d. norm. u. pathol. Bleigehalt d. Zähne v. Menschen u. Tier*, *Arch. Hyg. Bakteriol.* 11, 232—42 (1934).
 Bass, *Dtsch. med. Wschr.* 11, 1665—68 (1935).
 Weyrauch u. Necke, *Zur Frage der Milchkleinsuppen und der Bleivergiftung*, *Z. Hyg. Infektionskrankheiten* 114, 629—36 (1933).
 Teleky, *Persistierende recidivier. oder wiederholte Bleivergiftungen und Quecksilbervergiftung*, *Arch. Gewerbepathol. u. Gewerbehyg.* 5, 132—57 (1935).
 Kehoe, Thammann a. Cholak, *Journ. ind. Hyg.* 15, 273—89 (1933).
 Kehoe, Thammann a. Cholak, *On the normal absorption and excretion of lead in primitive life*, *Journ. ind. Hyg.* 15, 257—72 (1933).
 Kehoe, Thammann a. Cholak, *Journ. ind. Hyg.* 15, 290—300 (1933).
 Kehoe, Thammann, *Lab. clin. med.* 19, 178—94 (1933).
 Erdöl, *Samml. v. Vergiftungsfällen*, 5 (1934).
 Абесадимов и Эйтвид, *Московск. медиц. журн.* № 4 (1930).
 Аверьянов и Гурвич, *Вентиляция пром. предприятий*, стр. 212 (1932).
 Алабин и Гольдфарб, *Вестн. риноларингол. и отиатрии* № 6, 496 (1930).
 Баженов, *Гигиена труда* № 7, 55 (1927). *Врачебн. газета* № 6 (1928).
 Васильев, *Гигиена, безопасн. и патол. труда* № 8—9 (1931).
 Васко, *Сборн. профпатол. и профгиг.* № 6, 10 (1930).
 Вайндрах, *Гигиена труда* № 6 (1928).
 Вигдорчик, *Професс. патол.*, стр. 252, Медгиз, 1930 (здесь же многочисленные ссылки на работы учеников и сотрудников автора).
 Воронова, *Оздоровл. труда и револ. быта*, вып. 28.
 Гельман, *Введение в клинику профессион. отравлений*, стр. 77, Москва 1929.
 Гельман в книге Гельман, Правдин и Розенбаум: *Професс. токсикология*, стр. 54 и сл., Соцгиз 1931.
 Гладштейн, *Гигиена безопасн. и патол. труда* № 6, 37 (1923).
 Гринберг, *К вопросу о механизме действия солей свинца*, *Гигиена труда* № 1, 40 (1927).
 Дмитриев, *Гигиена безопасн. и патол. труда* № 7, 40 (1931).
 Евзерова, *Труды и матер. Украинск. инстит. рабоч. медиц.*, вып. 3.
 Жданова, *Гигиена, безопасн. и патол. труда* № 12, 95 (1930).
 Жмудская, *Гигиена труда* № 7, 45 (1927).
 Зак, *Оздоровл. труда и револ. быта*, 18 (1927).
 Зильберник, *Гигиена труда* № 7, 48 (1927); № 7, 43 (1928).
 Зинovieв, *Вестн. риноларингоотиатрии* № 3, (1928).
 Злочевский, *Гигиена труда* № 3, 94 (1928).
 Зосимович, *Гигиена труда* № 7, 51 (1927).
 Кавалеров и Коган, *Гигиена труда* № 5—6, 89 (1926).
 Камаев, *Статья в сборн. Труд и его вредности*, Самара (1928).
 Койранский, *Гигиена труда* № 10 (1927); № 10, 35 (1928); *Бюлл. Ленингр. инст. организ. и охр. труда* № 14—15 (1932); *Труд и здоровье рабочих типографий*, Москва (1925).
 Крих, *Гигиена, безопасн. и патол. труда* № 8, 26 (1929).
 Лезнер и Поповицкий, *Гигиена, безопасн. и патол. труда* № 4—5, 131 (1931).

- Луканин, Гигиена труда № 3, 82 (1928).
 Макарычева и Глаголева, Клинич. медицина № 3—4, 214 (1933).
 Марфенин и др., Техника безоп. и произв. санит., Профиздат (1935).
 Мецатуньян, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 4—5, 119 (1931).
 Орлов, Советск. стоматол. № 10 (1931).
 Павлов и Галдобин, Труды Украинск. инст. гиг. и патол. труда, вып. 6 (1928).
 Памфилов (ред.), Промышл.-санитарная химия, стр. 106, Соцэкгиз 1931.
 Протопопова, Библиография по свинцу на русском языке. Труды Ленингр. инст. по изуч. професс. заболеваний. т. 2, Ленинград (1927).
 Резник, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 1, 75 (1931).
 Рейхштейн, Девянец и Гельдиева, Казанск. медиц. журн. № 7 (1930).
 Розенбаум в книге: Гельман, Правдин и Розенбаум., Проф. токсикология, стр. 49 и сл., 65, Соцэкгиз 1931.
 Рохлина, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6 (1929).
 Серебряник, Русск. клиника № 2 (1929).
 Толеров и Ивановский, Гигиена труда № 2, 43 (1926).
 Флекель и Черноз, Врач. газета № 5 (1930); Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6, 18 (1929).
 Фридлянд, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 5—9 (1930).
 Чистович, Врач. дело № 10—11 (1926).
 Пабаев, Московск. медиц. журнал № 2 (1927).
 Якимчик, Законодат. по техн. безоп. и пром. санит., 4-е изд., Гострудиздат (1930).
 Ясиновский, Гигиена труда № 7, 29 (1928).
 Сборник «Труды и материалы» Укр. гос. инст. пат. и гиг. труда. Вып. VI под ред. Кагана Э. М. Статьи Чарного, Сулоницкой, Павлова, Пейсакович, Сыркиной, Маркус и Рубашевой, Могилевской, Харьков 1928 г.

Тетраэтилсвинец

Формула: $Pb(C_2H_5)_4$, мол. в.: 323,38.

Получение. Действие бромистого этила или диэтилсульфата на сплав натрия и свинца и последующей перегонкой с водяным паром.

Свойства. Жидкость горящая оранжевым пламенем с бледнозеленой каймой. Уд. в. при 18° 1,6591; темп. кип. при 13 мм 83°. Вес литра пара 13,44 г.

Общий характер токсического действия. Сильный яд, вызывающий острые нервные явления и хроническое отравление. Действует также через кожу.

Возможности отравления. При применении в качестве антидетонатора для двигателей внутреннего сгорания (в Америке). Добавление тетраэтилсвинца должно предохранять от детонации и создавать условия для лучшего использования горючего. Применяется тетраэтилсвинец в форме состава «этилфлюид», состоящего из 3 вес. частей его и 1 вес. части бромистого этилена с небольшим количеством анилина; с помощью этого состава получается «этилгазолин» (1 вес. часть этилфлюида приблизительно на 1300 частей бензина).

Отравления могут наблюдаться в следующем случаях.

1. При производстве и употреблении тетраэтилсвинца и этилфлюида. Здесь отмечен ряд смертных случаев и тяжелых отравлений.

2. При применении этилгазолина как антидетонатора; вследствие неполного сгорания его;

а) улетучивается в окружающий воздух неразложившийся тетраэтилсвинец;

б) часть свинца остается в машине, другая в виде различных соединений (бромистых, хлористых, серных, углекислых, окисей или

в виде металла) попадает вместе с выхлопными газами в виде тончайшей пыли в окружающий воздух и смешивается затем с уличной пылью.

Цангер¹² считает, что на улицах с сильным автомобильным движением содержание тонко распыленного свинца в воздухе может достигать приблизительно 0,03% и что из этой воздушной смеси могут быть поглощены количества свинца, действующие при длительном введении, не считая поднимаемой при движении уличной пыли, содержащей свинец.

С другой стороны, Шрадер¹¹ сообщает, что опытные животные переносили в течение 8 мес. ежедневное пребывание по 3—6 час. в атмосфере, содержащей тетраэтилсвинец в количестве, несколько большем, чем содержание его в воздухе улицы с нормальным автомобильным движением.

Отчет Американского медицинского комитета (Surgeons General's Committee)¹⁴ отмечает, что у шоферов, пользовавшихся в течение 2 лет бензином с тетраэтилсвинцом (1300 + 1), не было никаких признаков свинцового отравления. Нельзя было также отметить распространения свинцового отравления в местностях, где в течение 2—3 лет широко пользовались бензином, содержащим свинец. У владельцев автомобилей, работавших с содержащим свинец бензином, обнаружены, как предполагают, вследствие проникания свинца через кожу признаки действия последнего (изменения крови; свинец в кале).

Вопрос о вредности применения содержащего свинец бензина, т. е. токсичности выхлопных газов от такого бензина, во всяком случае окончательно еще не выяснен.

Все же следует считать твердо установленным, что как тетраэтилсвинец, так и этилфлюид весьма опасны, что содержащий свинец бензин (этилгазолин) может вызывать свинцовые отравления благодаря всасыванию через кожу и что даже увеличение содержания свинца в уличной пыли представляет серьезную опасность.

Явления отравления

1. У животных. Смесь из 0,2 л насыщенного тетраэтилсвинцом воздуха с 5 л чистого воздуха вызвала смерть кроликов, следовавшую через 3 дня (Кезе⁶). См. также упомянутые выше опыты Шрадера.

2. У человека. Острое отравление большей частью смертельно. На первом плане стоят нервные явления и расстройства кровообращения. Расстройство пищеварительного аппарата нередко отсутствует. Психическое расстройство носит преимущественно маниакальный характер; часто пациенты делают попытки к самоубийству. Обычно они умирают при явлениях острого поражения мозга.

Хроническое отравление тетраэтилсвинцом сходно с обычным свинцовым отравлением и, как и последнее, характеризуется прежде всего расстройством питания, параличом двигательных нервов и большей подверженностью к таким заболеваниям, как туберкулез, альвеолярная пиоррея и т. п.

Обычные симптомы свинцового отравления (свинцовая кайма и т. п.) могут отсутствовать; их находят не более чем в половине случаев.

Терапия. Как и при свинцовом отравлении.

Профилактика. Были предложены следующие мероприятия¹³.

При производстве тетраэтилсвинца. Подробнейшее ознакомление рабочих с опасностью вещества и индивидуальной защитой, борьба с пылью, вентиляция, контроль аппаратуры; надписи на резервуарах, служащих для перевозки, окрашивание тетраэтилсвинца, регистрация рабочих и т. д., периодическое врачебное обследование рабочих.

Из предложений, касающихся добавления тетраэтилсвинца к горючему и распределения горючего, нужно отметить следующие.

Концентрация тетраэтилсвинца не должна составлять более 1:1260. Определенный процент рабочих, занятых добавлением тетраэтилсвинца к бензину, подлежит особому врачебному наблюдению наравне с рабочими заводов, производящих тетраэтилсвинец. Вся посуда и т. п. должна быть снабжена надписью: «Этилгазолин. Пользоваться только как горючим. Не для чистки».

Шоферы должны быть ознакомлены с опасностью пользования горючим, содержащим тетраэтилсвинец, для того чтобы они могли предохранить себя от нее. Особенно необходима хорошая вентиляция гаражей.

Законодательные предписания. В Америке пользование тетраэтилсвинцом, одно время воспрещенное, разрешено вновь; в Швейцарии он до сих пор запрещен⁸.

Определение. Пропускают газ через бензин; если затем действовать в течение нескольких дней на раствор сернистым ангидридом, получается осадок, дающий при сжигании чистый серноокислый свинец.

Аналогично тетраэтилсвинцу действуют другие алкилсвинцовые соединения, как тетраметилсвинец $Pb(CH_3)_4$, хлористый триметилсвинец $(CH_3)_3Pb \cdot Cl$, хлористый триэтилсвинец $(C_2H_5)_3Pb \cdot Cl$ или уксуснокислый триэтилсвинец $(C_2H_5)_3Pb \cdot O \cdot COCH_3$.

Литература

1. Fellenberg, Ztschr. Unters. Lebensmitt. 49, 173 (1925).
2. Finn, Journ. ind. Hyg. 8, 51 (1928).
3. Heim de Balsac, Agasse-Lafont, Féil, Progrès méd. 1928, II, 1275—1276.
4. Howell, Chesley, Edsall a. oth., Journ. ind. Hyg. 8, 248 (1928).
5. Kehoe, Journ. Labor. a. clin. Med. 12, 554 (1927).
6. Leffmann, Amer. Journ. Pharm. 96, 861 (1924).
7. Mason, Journ. Labor. a. clin. Med. 6, 427 (1921).
8. Mitt. Schweiz. Lebensmittelunt. 19, 892 (1928).
9. Norris a. Gettler, Journ. amer. med. Assoc. 85, 818 (1925).
10. Sayers, Fieldner, Yant a. Thomas, Experimental Studies on the Effect of Ethyl Gasoline and its Combustions Products. U. S. Bureau of Mines, 1927.
11. Shrader, Amer. Journ. publ. Health 15, 213 (1925).
12. Zangger, Schweiz. med. Wschr. 1925, 55 у Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie. S. 260, 1928.
13. Regulations proposed following the Tetraethyl Lead Investigation. Ind. and Engin. Chem. 18, 432—433 (1926).
14. The use of Tetraethyl Lead Gasoline in its Relation of Public Health (Report of Committee), Public Health Service Bulletin № 163 (1926).

Дополнительная литература

- Kehoe a. Thammann, The behavior of lead in the animal organism.—Tetraethyl lead. Amer. journ. hyg. 13, 478 (1931).
 Schwartz, Bleitetraäthylzusatz. Schweiz. med. Wchschr. № 28 (1926).
 Гродзовский, Анализ воздуха в пром. предприятиях, 2 изд., Соцэкиз (1931).

Германиевый водород

Формула: GeH_4 . Мол. в.: 76,63.

Получение. Действием водорода *in statu nascendi* на раствор сернистого германия¹.

Свойства. Газ, горит голубовато-красным пламенем. Темп. кип. — 88,5°, вес литра равен 3,18 г. Мало еще исследован.

Общий характер токсического действия. По своей токсичности занимает среднее место между оловянистым и мышьяковистым водородом.

Явления у животных

1. У животных²:

мг/л	Частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)	Экспозиция	Мышь	Морская свинка	Кролик
0,31	100	1 час	—	—	пережил 1 мес.
0,48	150	1 "	смерть через сутки	больна, гемоглобинуря	—
0,58	185	1 "	смерть через 15 суток	то же, смерть через 4 дня	—
6,80	2100	1 "	смерть через сутки	—	—

2. У человека. Отравления людей этим веществом до сих пор не наблюдались.

Литература

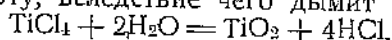
1. Paneth u. Schmidt-Hebbel, Ber. Dtsch. Chem. Ges., 55, 2615 (1922).
2. Paneth u. Joachimoglu, Ber. Dtsch. Chem. Ges., 57, 1925 (1924).

Четыреххлористый титан

Формула: TiCl_4 . Мол. в.: 189,73.

Получение. Действием хлора при высокой температуре на мелко раздробленный и смешанный с углем рутил (TiO_2).

Свойства. Бесцветная жидкость, уд. в. 1,726, темп. кип. 136°. Вес литра пара 7,89 г. Очень легко реагирует с водой, образуя при этом соляную кислоту, вследствие чего дымит во влажном воздухе



Возможности отравления. Был использован в мировой войне как дымообразующее вещество. При добавлении нашатырного спирта (образование хлористого аммония) дым становится более плотным.

Токсичность этого дыма сравнительно мала и примерно соответствует незначительному содержанию в нем хлористого кремния.

Определение. Аналогично как для хлористого кремния.

Дополнительная литература

Carozzi, Titane, Hygiène du travail № 248, Genève (1930).

Пятиокись ванадия (ванадиевый ангидрид)

Формула: V_2O_5 . Мол. в.: 181,90.

Получение. При прокаливании аммонийных солей ванадиевой кислоты.

Свойства. Аморфный порошок, в чистом состоянии светлокрасного цвета, благодаря примесям имеет большей частью темнокрасный цвет, темп. пл. 660° .

Возможности отравления. Вдыханием пыли при производстве ванадиевой стали, при применении в качестве катализатора при окраске алмазовой черной; при приготовлении ванадиевых соединений и т. д.

Общий характер токсического действия. Поражает органы дыхания, пищеварения и нервную систему, вероятно вследствие каталитического действия на процессы обмена веществ в тканях.

Явления отравления

1. У животных². Кошки переболевают сравнительно тяжело. На слизистых оболочках носа, трахеи и желудка появляются зеленые налеты, содержащие ванадий.

мг/л (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,04	3 часа	выжила
0,5	23 мин.	смерть через 40 мин.
5,0	5 "	смерть через 60 час.
	37 "	смерть через 1 мин.

2. У человека. Раздражение носа, конъюнктивы глаз, слизистой глотки (носовые кровотечения, катарр носоглотки, хрипота), сухой судорожный кашель, поражение альвеолярного эпителия; нередко появляются кровоизлияния в легких, часто с последующим развитием туберкулеза. Анемия. Раздражение желудка, кишок и почек. Иногда воспаление почек с присутствием в моче крови, белка и цилиндров. Головная боль, недомогание, мелкая дрожь, психическое расстройство, наблюдалась также слепота — вследствие воспаления зрительного нерва и сетчатки¹.

Защита. Хорошая вентиляция, употребление противогазов.

Литература

1. Dutton, Journ. amer. med. Assoc., 3 (1911).
2. Heimberger, Diss. Würzburg, 1929.

Дополнительная литература

- Ballota, Medicina del lavoro № 6, 250 (1931).
Fischer, Vanadium, Hygiène du travail № 327, Genève (1932).
Hamilton, Industrial poisons in the USA, 306, New York (1925).

Хром

Причины отравления. Вдыхание хромовой кислоты или солей ее в виде пыли или тумана, содержащего мельчайшие капельки растворенного вещества.

Возможность отравления. При изготовлении хромовых препаратов [хромовый ангидрид, двуххромовокислый калий, хромовые квасцы (калийные)] и их применении в красильном деле, на текстильных и кожевенных производствах, при гальваническом хромировании и пр.

Бихроматы более токсичны, чем хроматы.

На производствах хроматов воздух содержит 0,37—1,5 мг/л³ двуххромовокислого натрия $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. На защитных губках для рта (Mundschwämmen) отлагаются количества хрома, соответствующие 15,4—11,2 мг бихромата на 1 м³,

и в предохранительных носовых пробках (Nasenpropfen) отложение массы вещества в переводе на бихромат соответствует лишь 0,1—0,8 мг/м³.²

Общий характер токсического действия. Местное раздражение кожи, слизистых оболочек с образованием язв.

Явления отравления

1. У животных². У кошек, которые ежедневно в продолжение 2—3 час. находились в атмосфере, содержащей 4—8 мг/м³ хрома в виде тумана из двуххромовокислого натрия, наступала через месяц перфорация носовой перегородки и развивался тяжелый бронхит.

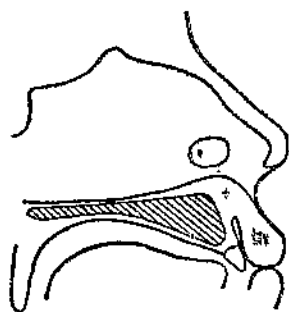


Рис. 25. Перфорация носовой перегородки, вызванная хромом (по Леману).

2. У человека. Часто уже после воздействия в течение 8 дней появляется гиперемия и катарр слизистой носа с последующим некрозом эпителия. При более продолжительном и сильном действии в течение 1—2 мес. образуется перфорация носовой перегородки (см. рис. 25).

Преимущественное поражение слизистой оболочки носа в данном участке объясняется, во-первых, тем, что именно сюда прежде всего попадает поток вдыхаемого воздуха, содержащего хром, и, во-вторых, ввиду недостаточности покрова из плоского эпителия

и более плохого питания, слизистая носа обладает здесь большей чувствительностью, чем расположенные на периферии участки.

Иногда наблюдаются катарры конъюнктивы глаз и язвы на небе и в гортани.

Если поражения возникают на местах трещин и царапин (кисти и предплечья), то они часто превращаются в трудно поддающиеся излечению язвы.

Вследствие заглатывания вдыхаемых капелек хромовых солей происходят иногда расстройства пищеварения и воспаление почек.

Терапия. Симптоматическая.

Профилактика. Ежедневное удаление из носа подсыхающих корок, что, с одной стороны, устраняет частицы хромовокислых солей, а с другой — способствует образованию рубцов, благодаря чему ткань делается более устойчивой.

Рекомендуется употребление мази, состоящей из тилола (10 г), перувианского бальзама (5 г) и цинковой мази (100 г), начиная с поступления на работу до образования рубцов. Полоскание носа и рта считается излишним¹.

Извлечение из правил о мерах безопасности работ в производстве хромовых солей. (Утв. НКТ 10/IV 1922 г. и распространены на всю территорию СССР пост. НКТ и ВСНХ СССР 14/ 1923 г. № 154).

1. Работа подростков и женщин*

1. Подростки обоего пола и взрослые женщины не могут быть допускаемы к работе в помещениях, в коих производится выработка и укупорка солей хрома.

Примечание. Подросткам и женщинам, работающим в заводской контрольной лаборатории, разрешается вход в заводские помещения для взятия проб для химического анализа.

* В настоящее время действуют: «Список работ, на которых запрещается применение труда подростков не достигших восемнадцатилетнего возраста», утв. НКТ СССР 15/IX 1932 г. и «Список особо тяжелых и вредных работ и профессий, к которым не допускаются женщины», утв. НКТ СССР 10/IV 1932 г.

2. Женщинам и подросткам не разрешается подвозка серной кислоты к рабочим помещениям, а также работа на дробильных и просеивающих машинах.

II. Продолжительность рабочего дня

3. Рабочий день лиц, работающих при печах для получения хромовой массы, а равно в сушилках (без применения вакуум-аппаратов), не должен превышать 6 час.

Независимо от этого названные лица могут быть оставляемы на указанных работах не свыше 6 мес. подряд, после чего они должны быть переведены на другие невредные работы на срок не менее 2 мес. и только после этого с разрешения врача могут быть допускаемы к прежней работе с соблюдением в дальнейшем того же ограничения.

4. Для рабочих, занятых в процессах, не требующих непрерывности, должен быть установлен обеденный перерыв продолжительностью не менее одного часа. На время перерыва рабочие не должны находиться в рабочих помещениях.

III Рабочие помещения

5. Вспомогательные рабочие помещения должны быть совершенно изолированы против проникания в них паров, газов и пыли хромовых солей.

6. При каждой мастерской с непрерывным производством должно быть отведено помещение для отдыха рабочих между отдельными процессами и для принятия пищи. Это помещение должно быть вполне изолировано от вредных газов, паров и пыли хромовых соединений.

7. Полы в помещениях, в коих возможно выделение пыли, заключающей в себе соединения хрома, должны быть водонепроницаемыми, иметь надлежащий уклон для стока воды и должны периодически обмываться водой для удаления пыли.

VI. Вентиляция

14. В помещении дробильных установок и у просеивающих аппаратов для хромистого железняка должно быть устроено местное пылеотсасывание. Устройство общей вентиляции этих помещений обязательно с 3-кратным обменом воздуха в час.

16. Смешивание измельченного хромистого железняка, извести и соды (или поташа) допускается лишь в механически закрытых мешалках, но ни в коем случае не вручную.

17. Все механизмы для передвижения измельченных материалов, содержащих соединения хрома (напр., элеваторы, шнеки и пр.), должны быть так устроены, чтобы при передвижении этих материалов не происходило выделения пыли в атмосферу рабочего помещения.

18. Ссыпка веществ, содержащих хром, из дробильных или смешивающих аппаратов, должна производиться в закрытые приемники, снабженные вытяжками.

19. При загрузке сухих соединений хрома в бочки или иную тару должно применяться местное пылеотсасывание, устроенное с таким расчетом, чтобы не наблюдалось выделения пыли в атмосферу рабочего помещения.

20. Загрузка печей хромовой смесью должна производиться через воронки из изолированных помещений со специальными вытяжками, не допускающими проникания пыли в рабочие помещения.

VII. Снаряжение рабочих. Предохранительные и медицинские средства

21. Работающим по производству соединений хрома должна выдаваться спецодежда и предохранительные предметы по нормам, утвержденным отделом охраны труда НКТ. Означенные предметы снаряжения не должны быть уносимы рабочими домой.

22. Работающим в производстве соединений хрома должно выдаваться молоко по установленным нормам.

23. Во всех производственных отделениях должны иметься аптечки со средствами для подачи первой помощи, особенно при отравлениях и ожогах; эти аптечки должны находиться под наблюдением медицинского персонала.

24. Во всех отделениях, в коих наблюдается выделение пыли соединений хрома, должны находиться в закрытых шкафчиках кружки и графины с прокипяченной и остуженной водой для полоскания рта.

31. Дробильные машины для измельчения хромовой руды, известняка и пр. должны быть снабжены приспособлениями для быстрой их остановки.

32. Рабочим, занятым у аппаратов, в конх находятся хромовые соединения в растворе, работа без предохранительных резиновых перчаток или рукавиц воспрещается.

33. Горячая хромовая масса должна выгружаться в закрытые приемники и может перевозиться только в закрытых сосудах.

(Якимчик, 1930 г., стр. 287—289; Марфенин и др., 1935 г., стр. 456—459).

См. также **Правила безопасности при работах по сухому протравливанию семян**, утв. НКТ СССР 10/VIII 1931 г., № 225 (стр. 704).

Определение. Улавливание пыли. Разрушение при помощи сплавления со смесью соды и селитры. Определяется в виде двуххромовокислой соли.

Литература

1. Gerbis, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 1, 10 (1924).
 2. Lehmann, Die Bedeutung der Chromate für die Gesundheit der Arbeiter, 1914 (там же литература).
 3. Leumann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 243, 1927.
 4. Wille, Arch. f. Hyg. 82 (1914).
 5. Wutzdorff, Arb. Reichsgesdhamt 13, 328 (1897).
- См. также: Schwarz u. Sieke, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 7, 232 (1930) (там же литература).

Дополнительная литература

- Engelhardt u. Mayer, Arch. f. Gewerbepathologie 2, 140 (1931).
 Hämel, Führers Samml. von Vergiftungsfäll. 2, 2 (1931).
 Joules, Lancet 182 (1932).
 Lehmann, Zentralblatt f. Gewerbehyg. 168 (1932).
 Rabbeno, Bull. Soc. Eustachiana № 31, 1933.
 Бродовский, Русская отоларингология, № 2, 129 (1925).
 Виленский, Гигиена труда № 10—11 (1924).
 Воробейчиков, Гигиена труда № 7—8, 100 (1926).
 Гельман, Введение в клинику проф. отравлений, стр. 129, Москва 1929.
 Гельман, Розенбаум в книге: Гельман, Правдин, Розенбаум, Професс. токсикология, стр. 82, Соцэкгиз 1932.
 Гельман, Гигиена труда № 154 (1927).
 Клионский, Русск. отоларингология № 6 (1926).
 Кононович, Русск. отоларингология № 1 (1929).
 Крастелевский, Ленингр. медиц. журнал № 788 (1927).
 Мальгин, Уральск. медиц. журнал № 5—6, 144 (1930).
 Рабинович, Ходоров, Оксюз, Профилактик. медиц. № 5 (1928).
 Раева, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 3, 115 (1929).
 Рубинштейн, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 8—9, 151 (1931).
 Труд и здоровье рабочих государственного хромпикового завода. Материалы Свердловского кабинета профзаболеваний и отдела труда, Свердловск (1930).
 Марфенин и др. Техника безопасн. и произв. санит., Профиздат (1935).
 Якимчик, Законодат. по техн. безопасн. и пром. санит., 4-е изд., Гострудиздат (1930).

Марганец

Причины отравления. Вдыхание пыли, содержащей марганец. Опасна по Якуш^у только пыль, содержащая много закисных соединений марганца (MnO и Mn_2O_4).

Возможность отравления. Везде, где имеют дело с пиролюзитом в промышленности: дробление марганцевой руды, получение хлора по Вельдону, производство перманганата и пр.

Отравления также наблюдались от вдыхания паров марганца при работе у электрических плавильных печей, на заводе марганцевой стали, а также на заводе лаков, на котором употреблялся марганцевый сикатив.

Общий характер токсического действия. Главным образом хронические нервные явления, часто протекающие под видом множественного склероза (манганизм).

Явления отравления. Иногда тяжелым симптомам отравления предшествуют состояния раздражения: беспричинное веселье или депрессия, вынужденный смех или плач; в дальнейшем появляется слабость, дрожание верхних и нижних конечностей, головокружение, органическое поля зрения для белого и красного цвета, расстройство речи, покраснение или побледнение лица, нистагм; в особенности характерно изменение походки (симптом Якша, «петушиная походка», наступание только на определенные суставы).

Признаки отравления появляются не ранее 3 мес. после начала работы на марганцевом предприятии. Развивается болезнь очень медленно. В легких случаях наступает выздоровление, при этом первыми исчезают психические симптомы, расстройство же походки, наоборот, остается еще надолго. В тяжелых случаях смерть может наступить от упадка сил и образования отека, после длящегося годами истощающего заболевания.

Литература

1. Chop, Diss Jena 1913.

2. Gayse, Journ. amer. med. Assoc. 85, 2008 (1925).

3. Jaksch, Münch. med. Wchschr. 1901, 612; 1907, 969.

Ср. также: Schwartz, Erkrankungen durch Verbindungen des Mangans (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 30, Berlin 1930.

Дополнительная литература

Baader, Arch. f. Gewerbepathol. 4, 101 (1932). Zentralbl. f. Gewerbehyg. № 1 (1932).

Brickert, Arch. f. Gewerbepathol. 4, 674 и 688 (1933).

Flintzer, Arch. f. Psychiatrie 93, 84 (1931).

Freise, Arch. f. Gewerbepathol. 4, 1 (1932).

Salmon et Plaque, Ann. d'hyg. publ. № 4, 196 (1933).

Starkenstein, Arch., f. exper. Pathol., 167, 67 (1932).

Бакрадзе, Гигиена труда № 10—11 (1923).

Бубарев, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 6, 85 (1931).

Гринштейн и Попова, Врач. дело № 23—24 (1927).

Хмаладзе, Гигиена, безоп. и патолог. труда № 7, 89 (1929).

Шварц, Гигиена труда № 2 (1928).

Карбонил железа (пентакарбонил железа)

Формула: $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Мол. в.: 195,84.

Получение. Действием окиси углерода под давлением на мелко раздробленное железо.

Свойства. Прозрачная, бесцветная жидкость: уд. в. 1,457; растворяется в органических растворителях; в воде не растворяется. Вес литра пара равен 8,14 г.

Возможности отравления. При применении для производства антидетонатора «моталина» или «мотила» (смесь из равных частей карбонила и бензина); при изготовлении карбонильной стали; при получении мумии.

Явления отравления. Литературных данных пока мало. При вдыхании паров карбонила железа наблюдались явления, напоминающие лихорадку литейщиков (см. «Окись цинка»). Эти явления следует, аналогично последнему заболеванию, приписать выделению в дыхательных путях окиси железа, получающейся из карбонила и резорбции самого железа. Возможно, имеется также каталитическое действие, сходное с действием карбонила никеля.

Литература

Kisskalt, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh., 71, 472; Zentralblatt Gewerbehyg., N. F., 3, 204 (1926).

Карбонил никеля

Формула: $\text{Ni}(\text{CO})_4$. Мол. в.: 170,69.

Получение. По способу М он да никель экстрагируется из кальцинированных руд посредством окиси углерода.

Свойства. Бесцветная жидкость; темп. кип. 43° (751 мм) при -25° переходит в кристаллическое состояние, при $180-200^\circ$ распадается вновь на свои компоненты. Вес литра пара равен 7,1 г.

Возможности отравления. При получении никеля.

Теория отравляющего действия. Вначале действует повидимому всей молекулой. Последняя в легких и других тканях выделяет коллоидальный никель, который всасывается в кровь¹.

Вероятно, является каталитическим ядом, который действует особенно на центральную нервную систему и на процессы обмена веществ.

Явления отравления. Уже сравнительно небольшие количества карбонила никеля вызывают раздражение легких. При вдыхании более высоких концентраций паров этого вещества развиваются головкружение и одышка, которые быстро исчезают на свежем воздухе, но через 12—36 час. возможно образование отека и воспаления легких, нередко заканчивающихся спустя несколько дней смертью. Наряду с этим первоначально наблюдаются значительное снижение температуры, головная боль, а спустя несколько часов слабость и лихорадка; наблюдались также судороги и буйный бред.

Уже 0,5 объемных процента, или 5000 частей на миллион, что соответствует приблизительно 35 мг/л являются по Летге и Джонсу² опасными, а по Арми ту¹ опасны уже концентрации выше 0,1 объемных процента, или 1000 частей на миллион, что соответствует 7 мг/л.

В легких находят большое количество мельчайших частиц никеля. В крови находят иногда карбоксигемоглобин. Однако количества свободной окиси углерода, выделяющейся из карбонила никеля в организме, настолько незначительны, что они не могут играть решающей роли в отравлении этим веществом.

При вдыхании незначительных количеств карбонила никеля возникающее отравление частично напоминает лихорадку литейщиков (см. окись цинка).

На вскрытии находят полнокровие легких и желудочно-кишечного тракта, жировое перерождение сердца, иногда тяжелые изменения в мозгу, а в единичных случаях капиллярные кровоизлияния и перерождение сосудов.

Терапия. Симптоматическая.

Литература

1. Armit, Journ. of Hyg. 8, 565 (1908).
2. Legge u. Jones, Отчет английской фабричной инспекции за 1902 г., по Ztschr. Gewerbehyg. 1903, 302.
3. Mittasch, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 49, 367 (1903).
4. Vahlen, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 48, 117 (1902).

Дополнительная литература

- Amor, Journ. of ind. hyg. № 6, 216 (1932).
 Hamilton, Industrial poisons in the USA, 300, New York (1925).
 Kötzing, Samml. v. Vergiftungsfällen, herausg. v. Fühner, 3, H. 10, Berlin (1932); Arch. f. Gewerbepathologie, 4, 500 (1933).

Четырехокись осмия (осмиевая кислота, надосмиевая кислота)

Формула: OsO_4 . Мол. в.: 255,5.

Получение. Путем обработки осмия азотной кислотой или царской водкой.

Свойства. Белая, кристаллическая масса с сильным запахом, напоминающим хлор; темп. кип. 130° ; возгоняется с образованием бесцветных игл, легко переходит в черную двуокись осмия. Выделяет пары даже из 1—2%-ного водного раствора при комнатной температуре. Вес литра пара — 10,61 г.

Возможности отравления. При получении, в электроламповой промышленности; при применении для протравы и фиксации в микроскопической технике.

Общий характер токсического действия. Обладает раздражающим действием на все слизистые оболочки и особенно на слизистую глаз. Одновременно является клеточным ядом, нарушающим обмен веществ, вследствие отложения в тканях в виде двуокиси осмия или металлического осмия.

Явления отравления

Уже небольшие количества вещества раздражают верхние дыхательные пути (щекотание в горле) и особенно глаза и вызывают неприятный вкус во рту.

Особенно характерным является раздражение глаз, которому по преимуществу подвергаются люди, занимающиеся микроскопической техникой. В общем поражение глаз сводится к более или менее сильному катарру конъюнктивы, однако описан и случай потери зрения.

Кожа может окрашиваться в черный цвет благодаря восстановлению или выделению из окиси металлического осмия. Отмечены кроме того и случаи сыпи на коже лица и рук.

Продолжительное вдыхание малых количеств вещества ведет к головным болям, бессоннице, тошноте, расстройству пищеварения, сильным поносам, упорно длящемуся состоянию раздражения дыхательных органов, большей частью с незначительной секрецией; иногда к воспалению легких. Случаются также воспаления почек¹.

Токсичность по Леману-Гессу

Экспозиция и действие	мг/л	Частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)
При экспозиции в 30 мин. переносится без острых или отдаленных последствий концентрация	0,001	0,1
При 6-часовой экспозиции максимально переносимой концентрацией является	0,000001	0,0001

Весьма сильное ядовитое действие четырехокиси осмия связано с его особенностями как универсального клеточного яда.

Терапия. Были рекомендованы: сероводородная вода для ингаляции или приема внутрь по несколько раз в день, а также сернистый натрий или калий в дозах 0,01—0,05 г.²

Однако результаты от такого лечения следует считать сомнительными, тем более что введение сероводорода далеко не безопасно.

Профилактика. Хорошая вентиляция, защитные очки и респиратор. При микроскопических работах не оставлять растворы открытыми; величайшая осторожность при применении.

Литература

1. Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 60, 1906 (там же литература).
2. Michaelis, Fortschr. Ther., 1929, 652.

Дополнительная литература

Carozzi, Osmium, Hygiène du travail № 269, Genève (1931).

Радиоактивные вещества

Эманация тория при продолжительном вдыхании токсична для морских свинок. Животные погибали в течение 8 дней при явлениях одышки, появляющейся незадолго до смерти; вскрытие обнаружило гиперемию печени, костного мозга и легких, в последних также несколько рассеянных инфарктов³.

У людей пребывание в помещениях, в которых производится работа с радиоактивными веществами, вызывает различные расстройства: значительную усталость, сопровождающуюся потребностью во сне, головные боли, головокружение, повышенную раздражительность. Далее наблюдаются притупление осязания и парестезии, а также боли в кончиках пальцев. Эти поражения также приписывают действию эманации⁴.

При работе с содержащей радий светящейся краской (состав: сернистый цинк, следы меди и минимальные количества бромистого радия, превращающегося в сернокислый радий) наблюдался некроз челюсти и позднее (через 2 года после действия яда) злокачественное малокровие.

Заболевание приписывают главным образом введению пыли через дыхание, отдаленные последствия являются результатом накопления радиоактивных веществ, особенно в ретикуло-эндотелиальной системе⁵.

Среди горнорабочих, добывающих радий в Иохимстале, наблюдается большая смертность. Поэтому необходимо регулярное исследование крови рабочих⁶.

Эта «иохимстальская горная болезнь» вероятно близка или идентична с шнеебергской легочной болезнью, наблюдающейся у рабочих шнеебергских кобальтовых рудников. Заболевание выражается в поражении легких или лимфатических желез корня легких, которое по некоторым описаниям иногда может перейти под конец в рак бронхов или легких и заканчивается всегда смертью. Мнения о причине этого заболевания до сих пор расходятся. Так как наиболее опасными являются самые сырые шахты и больше всего поражаются плотники, работающие с гнилым деревом, то некоторые связывают заболевание с плесневыми грибами или с образуемым ими из содержащих мышьяк веществ мышьяковистым водородом. Причиной заболевания считали также непосредственное вдыхание содержащей мышьяк рудной пыли (в образующейся при взрывах пыли находили до 0,45% мышьяка) или же мышьяковистого кобальта CoAs_2 , также в форме пыли. Так как однако пневмокониозы (заболевание легких от пыли или отложение ее в легких) наблюдаются у шнеебергских рабочих очень редко и вдобавок аналогичные поражения не отмечены в других мышьяковых рудниках, то повидимому главную причину раковых заболеваний в Шнееберге следует искать в радии или радиоактивных веществах¹.

Литература

- 1. Baader, Dtsch. Klinik 8, 177 (1929) (там же литература).
 2. Castle, K. R. Drinker a. C. K. Drinker, Journ. ind. Hyg. 2, 371 (1925).
 3. Cluzet et Chevallier, Comptes rendus de la Soc. de biol. 86, 693 (1922).
 4. Gudzent u. Halberstädter, Dtsch. med. Wchschr. 1914, № 13.
 5. Lacassagne, Revue de Stomat. 23, 342 (1926).
 6. Nasher, Schweiz. med. Wschr. 1928, II, 950.
 7. Ziel, Med. Klinik 1930, 623 (Обзор профилактики).
- См. также: Thiele, Die Schneeberger Lungenkrankheit (Aerztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 85, Berlin 1930).

Дополнительная литература

- Bloomfield a. Knowles, Journ. ind. Hyg. № 5, 368 (1933).
 Evans, Amer. Journ. of publ. health 23 1017 (1933).
 Ives, Knowles a. Britten, Journ. ind. Hyg. № 6, 433 (1933).
 Leake, Journ. Amer. med. assoc. 98, 1077 (1932).
 Martland, Journ. Amer. med. Assoc. 93, № 6—7, (1929); Journ. of cancer 15, 2435 (1931) (там же литература).

Предельные углеводороды парафинового ряда

Наименование	Формула	Мол. в.	Вес литра пара в г	Точка кип. норм. изомеров в °C
Метан	CH_4	16,03	0,662	-161,4
Этан	C_2H_6	30,05	1,25	- 88,3
Пропан	C_3H_8	44,06	1,83	- 44,5
Бутан	C_4H_{10}	58,08	2,41	+ 0,6
Пентан	C_5H_{12}	72,09	3,00	36,2
Гексан	C_6H_{14}	86,11	3,58	69,0
Гептан	C_7H_{16}	100,12	4,16	98,4
Октан	C_8H_{18}	114,14	4,75	124,6
Нонан	C_9H_{20}	128,15	5,32	150,6
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	142,17	5,91	174

Низшие члены ряда газообразны, средние — жидкости, углеводороды же, начиная с $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$, представляют собой при 37° твердые тела.

Приведенные в таблице углеводороды парафинового ряда встречаются в природе почти исключительно в виде продуктов перегонки керосина; за исключением метана — болотного или рудничного газа — они редко встречаются в отдельности, большей же частью в смеси.

Общий характер токсического действия. Метан и этан представляют в нормальных условиях простые удушающие газы; более высокие члены ряда обнаруживают наркотическое действие, постепенно возрастающее с увеличением молекулярного веса вплоть до нонана. Наступлению наркоза предшествует более или менее сильно выраженная стадия возбуждения, нередко сопровождающаяся судорогами; по сравнению с этими явлениями наркотическое действие может иногда отступить на задний план. Средние члены ряда оказывают умеренно раздражающее действие на слизистые оболочки. Декан и более высокие члены ряда недостаточно летучи, чтобы при обыкновенных условиях оказывать токсическое действие.

Теория действия. Действие летучих алифатических углеводородов, как и всех летучих углеводородов вообще, вероятно можно представить в основном как чисто физико-химическое явление. Они поглощаются, благодаря своей высокой поверхностной активности и растворимости в жирах, преимущественно липоидными составными частями красных кровяных телец и нервной системы и благодаря

этому вызывают ограничение функций этих клеток. См. разделы «Ингаляционные наркотики» в «Общей токсикологии» и «Применение газов в медицине».

Шустров и Лётавет¹ на основании своих опытов на морских свинках и кроликах объясняют действие бензина следующим образом. Бензин вызывает прогрессирующее обеднение органов жиром и кровь теряет свою сопротивляемость по отношению к гемолитическим веществам. Наступающее при хроническом действии паров бензина понижение чувствительности авторы объясняют тем, что вследствие возрастающего обеднения крови жиром поступление бензина в органы может происходить лишь в ограниченном количестве.

Литература

1. Шустров и Лётавет, Гигиена Труда 1926, № 10, 11.
Ср. также: Шустров и Салистовская, Гигиена Труда, 1925.

Метан

Формула: CH_4 . Мол. в.: 16,03

Нахождение в природе. Главная составная часть многих природных газовых источников; встречается в закрытых расщелинах каменного угля (в смеси с 10—20% азота), в воздухе каменноугольных шахт до 3,5—7,5%; иногда также в расщелинах в пластах каменной соли и в отбросной соли*; в илистом дне болот и стоячих вод (гниение органических веществ), до 30—50% в светильном газе.

Получение. В чистом виде из метилмагнийиодида разложением с помощью воды.

Свойства. Газ, в чистом виде слегка пахнет луком. Плотность по воздуху (0°) 0,5539; вес литра 0,66 г; темп. кип. — 161,4°; темп. пл. — 184°; уд. в. жидкого метана при — 164° 0,415. Горит едва заметным пламенем; в смеси с воздухом воспламеняется со взрывом.

Возможности отравления. На практике не имеются.

Общий характер токсического действия. Удушающий газ. Вызывает остановку дыхания вследствие прекращения доступа кислорода; наркотическое действие проявлялось лишь при вдыхании под давлением.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание 79 объемн. % метана (или около 520 мг/л) и 21 объемн. % кислорода не вызывало у животных никаких расстройств⁴.

Кролики переносили вдыхание 42% метана, или около 375 мг/л, в течение 60 мин. без всякого вреда; лишь дыхание было несколько замедленно².

Мыши. При повышении давления до 2,5—3 ат, т. е. до концентрации в воздухе в 370 объемн. %, метан действует наркотически⁶.

Кошки. 87% метана, соответствующие примерно 570 мг/л, вызывали наркоз, 90%, что соответствует около 590 мг/л, вызывали неравномерное дыхание, иногда остановку дыхания. Разница между наркотической и токсической дозами в отношении опасности удушения¹ в данном случае незначительна.

* Отбросная соль (Abraumsalz) — верхний слой стассфуртских соляных залежей. Ред.

2. У человека. 50—80%, что соответствует примерно 330—520 мг/л, вызывали головную боль и сонливое состояние. Экспозиция не указана⁵.

Вдыхание в течение многих часов смеси из 5 объемов метана и 1 объема кислорода не вызвало наркоза⁴.

Индикация. Образует с озонированным кислородом формальдегид, определяемый по запаху или с помощью раствора морфия в серной кислоте³.

Для индикации метана в воздухе шахт пользуются газоопределятелями различной конструкции.

Определение. Протягивание смеси метана с воздухом через раствор едкого кали и сжигание не абсорбированного остатка; затем определение по углекислоте.

Литература

1. Brown, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 23, 485 (1924).
2. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, S. 20, 1865.
3. Hauser u. Herzfeld, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 45, 3515 (1912).
4. Kochmann по Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. 1, S. 215, 1923.
5. Koelsch по Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 351, 1926.
6. Meyer u. Hopff, Ztschr. f. physiol. Ch. 126, 281 (1923).

Дополнительная литература

Гродзовский, Анализ воздуха в пром. предприятиях, Соцэкгиз, 2-е изд., 1931.

Навроцкий, Гигиена труда № 3, 40 (1928).

Познер и Меликова, Труды и матер. Всес. ин-та по изучению опасностей и вредн. труда в нефтяной пром., вып. 3, Соцэкгиз (1931).

Пентан и его гомологи

Ф ю н е р² провел сравнительное испытание нормальных предельных углеводородов — пентана, гексана, гептана и октана — на мышах и крысах. Все они оказывали первоначально возбуждающее действие, вызывая наряду с этим рано наступающее затруднение дыхания; в дальнейшем наступал наркоз. В некоторых случаях возбуждающее действие было столь сильно, что наркотического влияния за ним совершенно не замечалось, при этом возбуждение сопровождалось судорогами. Это было особенно заметно у гептана.

Сила наркотического действия исследованных углеводородов возрастает соответственно молекулярному весу.

Изонаркотические* количества для мыши

Углеводород	Мол/л	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизительно)
Пентан	0,0052	377	130 000
Гексан	0,0017	147	42 000
Гептан	0,00064	64	16 000
Октан	0,00032	37	8 000

Приведенная ниже таблица дает лишь низшие и высшие действующие концентрации.

* Вызывающие одинаковой глубины наркоз. Ред.

Действие пентана, гексана, гептана и октана на мышей
и крыс

Углеводород	Опытное животное	мг/л	Частей на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция (приблизительно)	Боковое положение через мин.	Отсутствие рефлексов через мин.	Дальнейшее течение
Пентан	мышь	269	91 000	2 часа	66	—	выздоровление
		377	180 000	1/2 "	5—7	21—26	выздоровление или смерть
	крыса	320	110 000	1 час	35	55	выздоровление
Гексан	мышь	122	35 000	2 часа	90	—	"
		183	52 000	20 мин.	10	20	"
		183	52 000	50 "	10	31	смерть
		183	52 000	10 "	—	—	смерть при явлениях судорог
Гептан	крыса	52	13 000	2 часа	—	—	выздоровление
		78	19 000	1/4 "	—	—	смерть при явлениях судорог
		52	13 000	2 1/2 часа	—	—	выздоровление
		64	16 000	1 1/2 "	—	—	смерть
				3 "	—	—	выздоровление
Октан	мышь	25	5 400	1/2 "	29	33	"
		63	13 500	3 "	30	58	смерть через 1 день

Аналогичные данные получил Лазарев³ (см. табл. на стр. 344—345).

У кроликов вдыхание пентана (концентрация не определена) вызывает сначала дрожание мышц конечностей; при введении более значительных количеств это дрожание прекращается, рефлексы исчезают, в то же время наступает остановка дыхания. Спасение с помощью искусственного дыхания возможно¹.

У кошек и собак наблюдалось аналогичное дрожание, как и у кроликов; однако при равных внешних условиях полного наркоза от пентана у них не наступало, рефлексы никогда полностью не исчезали; наоборот, иногда они были ненормально усилены: в случае остановки дыхания, вызванной большой дозой, искусственное дыхание лишь в исключительных случаях давало успешные результаты. С самого начала наблюдалось сильное слюнотечение¹.

Литература

1. Elfstrand, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 43, 435 (1900).
2. Fühner, Biochem. Ztschr. 115, 235 (1921).
3. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 143, 223 (1929).

Дополнительная литература

Лазарев, Бензин как промышленный яд, Соцэкгиз (1931) (там же литература).

Нефть и ее продукты

Химические и технологические данные*. Химический состав природной нефти и полученных из нее перегонкой бензина и керосина весьма разнообразен в зависимости от происхождения нефти и способа перегонки.

Содержащиеся в нефти углеводороды относятся главным образом к следующим двум группам:

- a) предельные углеводороды ряда метана C_nH_{2n+2} ;
- b) нафтеновые углеводороды (полиметилены, циклопарафины) C_nH_{2n} .

В незначительном количестве были обнаружены ароматические углеводороды, полиолефины (терпены).

В крекинговых продуктах обнаруживаются олефины, диолефины, углеводороды ряда ацетиленов.

Кроме того нефти содержат: сернистые соединения, особенно во фракциях, кипящих при более высоких температурах (наряду с сероводородом, тиофены и тиофаны), обычно при очистке в большей или меньшей степени удаляемые; кислородные соединения — нафтенновые кислоты, асфальтовые вещества, нефтяные смолы, фенолы; азотистые соединения (алкилированные хинолины и изохинолины); все эти составные части также удаляются из продуктов переработки нефти химической очисткой.

По классификации ГНИИ нефти подразделяются на следующие группы:

- 1) метановые (парафинового основания),
- 2) нефтеново-ароматические (смолисто-асфальтового основания),
- 3) нафтенновые,
- 4) нефтеново-метановые } (смешанного основания),
- 5) метаново-нафтенновые }
- 6) ароматические.

К первой группе относятся отчасти грозненские парафинистая и беспарафинистая нефти, ко второй относятся бинагадинская, тяжелая

* Химические и технологические данные составлены редакцией применительно к нефтям и нефтепродуктам СССР. *Ред.*

Действие различных низших предельных угле-
экспозиции

Углеводород	Минимальные концен		
	боковое положение		
	мол/л	мг/л	частей на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)
Пентан	0,00347	200—300	67 000—100 000
Гексан	0,00116	100	28 400
Гептан	0,00040	40	9 800
2-метилгексан (темп. кип. 90°)	0,00050	50	12 000
Октан	0,00031	35	7 500
2,5-диметилгексан (темп. кип. 109°) . .	0,00066	70—80	60—17 000
2,7-диметилгектан (темп. кип. 160°) . . .	вследствие низкой упругости пара		

водородов на белых мышей при 2-часовой
(по Лазареву³)

трации, вызывающие

потерю рефлексов			смерть		
мол/л	мг/л	частей на миллион (см ³ /л ³) (приблизит.)	мол/л	мг/л	частей на миллион (см ³ /л ³) (приблизит.)
не определена			не определена		
}	Не определена, так как часто рефлексы сохранялись почти до самой смерти		0,00157	120—150	34 000—43 000
			0,00075	75	18 000
			0,00075	70—80	17 000—20 000
			Вследствие незначительной упругости пара смертельная концентрация не получена		
0,00044	50	11 000			
точно не определена					

нельзя было даже получить бокового положения

майкопская, к третьей — доссорская (Эмба), к четвертой — сураханская, балаханская, к пятой — легкие майкопская и биби-эбатская, беспарафинистая грозненская, к шестой — пермская.

Производственно-товарная классификация нефтей СССР дается ОСТ 8792. Нефти делятся на классы (по смолистости), подклассы (по содержанию серы), группы (по содержанию парафина) и типы (по содержанию бензино-лигроиновой фракции, выкипающей до 200°).

В основных нефтях СССР содержание серы колеблется от 0,04 до 0,30%.

Выделяющиеся из нефтяных и газовых скважин газы состоят преимущественно из метана.

Прямой перегонкой нефти получают ряд фракций:

бензины* (темп. кип. 50—200°),

лигроины (уд. в. 0,770—0,790, темп. кип. 150—230°),

керосины (темп. кип. 200—315°),

соляровые масла (соляровое масло по ОСТ 3177 имеет уд. в. при 20° 0,871—0,881, темп. вспышки не ниже 130°),

газойли (состоят на 60% из высших керосиновых фракций, выкипающих до 300°, и на 40% из соляровых; по ОСТ 8842 уд. в. при 20° не ниже 0,835—0,876, температура вспышки не ниже 70°, выкипает до 360°).

Главными составными частями петroleйного эфира являются пентаны и гексаны, легких бензинов — гексаны, гептаны и октаны, тяжелых бензинов — октаны и нонаны, керосина и смазочных масел — нонаны, деканы и более тяжелые углеводороды.

По химии и технологии нефти см. также специальную литературу: Гурвич, Научные основы переработки нефти, М. 1925; Добрянский, Курс технологии нефти, Л. 1933; Наметкин, Химия нефти, ч. I—2, Л. 1932—1935; Эллис, Химия углеводородов нефти и их производных, тт. I—II, М. 1936—37; ОСТ 8792. Нефти Советского Союза. Классификация, М. 1936.

Применение. Нефть, большей частью бедная содержанием бензина и имеющая высокий удельный вес, служит в качестве топлива и для получения генераторного газа, для обработки руды (в качестве так называемого флотационного средства), в качестве средства связывающего пыль, иногда в качестве смазочного масла, а также для поливки заболоченных мест при борьбе с малярией.

Бензины. Применяются главным образом в качестве авиа- и автогорючего. В последнее время они применяются как исходный материал для получения путем синтеза спиртов и сложных эфиров, например амиловых спиртов и их эфиров.

Применяют бензины также для экстракции масел, никотина, для химической чистки; в качестве средства для так называемой сухой промывки, для заправки рудничных ламп, кроме того в качестве растворителей в производстве лаков, олифы и резины.

Возможности отравления очень многообразны. Особенно часты отравления при очистке и ремонте внутри котлов, цистерн и резервуаров, содержащих еще остатки нефти и продуктов ее перегонки. Не всегда можно добиться полного удаления последних остатков жидкости и паров из таких резервуаров, даже с помощью пара. Далее отравления могут иметь место от горячего пара при процессах перегонки, при так называемой сухой промывке, при экстракции жира;

* Бензины получают также в результате крекинга мазутов и солярового масла, так наз. крекинг-бензины.

затем, благодаря испарению при обыкновенной температуре в закрытых помещениях, вследствие неплотной пригонки кранов, трубопроводов, порчи баллонов, вытекания из резервуаров и т. п. Отравления парами продуктов перегонки нефти иногда наблюдались у рабочих в отводных каналах, по которым стекал бензин или другие продукты нефти из гаражей, прачечных и предприятий для химической чистки.

При применении продуктов перегонки керосина в качестве средств, заменяющих скипидар для быстро высыхающих красок, часто случались отравления, когда покраска производилась в закрытых или плохо вентилируемых помещениях или когда краски наносились на нагретые металлические поверхности.

Аналогичные отравления наступали при применении бензина и т. п. в качестве растворителя при производстве резиновых изделий, особенно при покраске и сушке их; благодаря этому, например имели место массовые отравления на одной фабрике резиновой обуви. Реже встречаются отравления при применении легких углеводородов керосина для удаления масла или жиров из машин, при промывке (очистке) типографского шрифта и др. См. также раздел «Растворители».

Применение бензина в качестве горючего для моторов также таит некоторые возможности отравления. У шоферов автотранспорта, хотя и редко, но все же наблюдаются отравления бензином. Пары бензина могут появляться в выхлопных газах либо вследствие неправильной работы карбюратора, либо вследствие неполного сгорания. Однако даже максимально возможные концентрации бензина в выхлопных газах никогда, пожалуй, не достигают токсичности тех концентраций окиси углерода, которые большей частью им сопутствуют. При пуске мотора, особенно если он заправлен бензином очень высокого качества, выхлопные газы сильно пахнут бензином, и тогда они очень токсичны. Поэтому причину этой токсичности искали в содержании бензина, но при этом упустили из виду, что при высоком содержании бензина одновременно очень велико и содержание окиси углерода в выхлопных газах. С другой стороны, последние могут быть весьма богаты окисью углерода и при этом не иметь почти никакого запаха бензина. Во всяком случае несгоревший бензин в выхлопных газах не является ни причиной, ни достоверным признаком их токсичности. Не играет также никакой роли сильное образование густого дыма; последний образуется исключительно вследствие улетучивания и сгорания избытка смазочных масел (см. разделы «Окись углерода» и «Силловые газы»).

Больше, чем шоферы, действию паров бензина подвергаются лица, занятые уходом за автомобилями и ремонтом их. Когда бензин проливают в закрытых помещениях, и затем, как например при опорожнении бензиновых резервуаров в ремонтных мастерских, на полу образуются лужи, может иногда образоваться токсическая концентрация. То же самое может иметь место при промывке и поливке моторов в этих помещениях, особенно в случаях, когда мотор еще не остыл. Однако опасность пожара при этом значительно больше, чем возможность отравления.

Токсическое действие. Выходящий из нефтяных скважин природный газ токсичен лишь в самых высоких концентрациях и притом преимущественно лишь при прекращении доступа кислорода. Газы, образующиеся при перегонке разных сортов нефти, обладают весьма различной токсичностью; при этом мы имеем дело большей частью не с чистыми углеводородами, но одно-

временно также и с примесью окиси углерода (до 16,5%). Большой токсичностью обладают газы из серусодержащих сортов нефти; они обязаны этой токсичностью еще неизвестным примесям, повидимому содержащим серу¹ (см. раздел «Смешанные отравления»).

Нефть действует так же, как и бензин, однако она вызывает более сильное раздражение органов дыхания.

Токсичность различных фракций нефти в общем пропорциональна их летучести. Хотя более тяжелые и высококипящие фракции бензина сами по себе токсичнее, чем более легкая фракция бензина, охватывающая кипящую при более низкой температуре фракцию петролейного эфира, но это действие уравнивается ввиду их меньшей летучести.

Анологичное явление мы наблюдаем у «керосиновой» фракции. Наконец «горючие и смазочные масла», т. е. керосин, освобожденный перегонкой от его легколетучих составных частей, практически не оказывают никакого действия как дыхательные яды, так как лишь более легкие фракции керосина достаточно летучи, чтобы при обыкновенной температуре образовать ядовитые смеси с воздухом.

Профилактика. Осторожность при опускании в котлы, цистерны и прочие резервуары. По возможности дыхание через противогаз. Хорошая вентиляция рабочих помещений. Защита с помощью специальных респираторов. См. раздел «Индивидуальная защита». Удаление с данного производства рабочих с повышенной чувствительностью.

См. кроме того приведенные ниже постановления НКТ СССР.

Извлечение из **Правил безопасности при работах на нефтяных и газовых промыслах и на нефтеобрабатывающих заводах** (Обяз. пост. НКТ СССР 29/XI 1929 г. № 368. Прил. к № 51—52 Изв. НКТ за 1930 г.).

Правила безопасности при сооружении вышек

89. Спуск людей в шахту буровой скважины может быть допущен только после исследования воздуха на отсутствие удушливых газов.

Если в шахте имеется газ, то спуск рабочего производится в респираторе. Рабочий прикрепляется к канату, верхний конец которого прикреплен на полу вышки. Отдельный рабочий вверху должен наблюдать за состоянием работающего в шахте.

Спуск людей в шахту буровой скважины производится под наблюдением бурового мастера или лица, его заменяющего.

Правила безопасности при сооружении хранилищ на промыслах

206. Резервуары для хранения нефти должны быть герметичными за исключением тех случаев, когда нефть не содержит газов. В последнем случае нефть может храниться в негерметизированных резервуарах.

219. Воспрещается входить в резервуар для хранения нефти или газа, прежде чем последний освобожден от вредных газов, если только рабочий не снабжен дыхательным аппаратом.

При вхождении в резервуар с одним лазом наверху рабочий должен быть прикреплен канатом, достаточно прочным, чтобы выдержать вес рабочего, и достаточно длинным для беспрепятственной работы внутри резервуара. При этом возле лаза должен на все время пребывания рабочего внутри резервуара дежурить особый рабочий.

220. При работе в резервуаре или в ограниченном пространстве с удушливой атмосферой рабочие в резервуаре и вне его должны чередоваться.

Правила безопасности при работах на газовых промыслах

224. Лица, работающие в буровой вышке по регулированию газового фонтана, должны быть снабжены противогазовыми приборами, должны чередоваться

достаточно часто и работать под постоянным наблюдением и руководством лиц технического надзора промысла.

228. Если при работе с газом получаются жидкие углеводороды, то последние должны собираться и храниться в закрытых герметически сосудах.

239. Если на газовых промыслах будут производиться в закрытых помещениях работы с нефтяным газом и по хранению его, то эти помещения должны иметь хорошую вентиляцию, естественную или искусственную, достаточную для предупреждения скопления в таких помещениях нефтяного газа в количествах, образующих с воздухом взрывчатую смесь или действующих вредно на здоровье людей, производящих работы в таких помещениях.

240. Если требуется произвести ремонт газгольдера или закрытых резервуаров для нефтепродуктов, то он может быть произведен не ранее, чем эти хранилища будут проветрены от содержащихся в них нефтяных газов...

225. Во время пребывания рабочего в шахте-колодеце обязательно применение предохранительного пояса, охватывающего корпус рабочего под мышками и допускающего возможность быстрого и надежного перекрепления на вспомогательный канат.

Для сношения с рабочими, находящимися у устья колодца-шахты, должна применяться однообразная для всего района сигнализация...

258. Воспрещается пребывание в шахте-колодеце рабочего, разобшенного с канатом...

261. Во время производства работ в шахте-колодеце обязательна искусственная вентиляция, обеспечивающая рабочему поступление в выработку достаточного количества свежего воздуха.

Для вентиляции должен применяться нагнетающий вентилятор, подающий к забою не менее 0,14 м³ воздуха в секунду.

Вентилирующая труба должна быть диаметром не менее 10 см и должна оканчиваться не выше 2 м от забоя.

Перед спуском рабочего шахта-колодец должна вентилироваться при глубине в 60 м в течение 3 час. с прибавлением на каждые 20 м глубины 1 часа вентилирования. Перед спуском рабочего в старую заброшенную шахту-колодец ее необходимо вентилировать не менее 12 час.

До оборудования вентиляции согласно требованиям настоящей статьи в шахтах-колодцах без выделения газов допускается применение для вентиляции кольцевых рукавов надлежащего диаметра, длины и качества, но каждый раз с разрешения инспекции труда.

262. Ежедневно перед спуском рабочих в шахту-колодец должно производиться при помощи предохранительной рудничной лампы или других способов предварительное испытание воздуха на содержание в нем удушливых и взрывчатых газов.

263. Если нефтяные удушливые газы не могут быть удалены из колодца-шахты указанным в ст. 261 способом, то рабочие допускаются к работам в такой выработке лишь при условии снабжения их вполне исправными респираторами и шлемами конструкции, одобренных НКТ СССР.

Терапия. Такая же, как и при всех наркотически действующих парях. См. раздел «Лечение газотравленных».

Литература

1. Brown Med. Rec., 99, 915 (1921).

2. Henderson-Haggard, Noxious Gases, S. 149 (рус. перевод, стр. 131, Гострудииздат, 1930).

Дополнительная литература

Defelice, Semana medica, 38, 1392 (1931).

Лазарев, Бензин как промышленный яд (там же литература), Соцэкгиз, 1931.

Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, Гострудииздат, 1930.

Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, Госхимтехиздат, 1933.

Бензин

Химические данные. При оценке отравлений парами бензина следует учесть, что продажные бензины содержат не только предельные углеводороды ряда метана, но и меняющиеся, в зависимости от происхождения соответствующей нефти и способа получения, количества непредельных и алициклических углеводородов. Это в особенности

относится к бензинам, полученным с помощью крекинг-процесса. Поэтому приведенные ниже цифровые данные имеют лишь условное значение.

а) Острое отравление. 1. У животных.
*Мыши и крысы*³.

Петролейный эфир (темп. кип. 50—75°)

Опытное животное	мг/л	Экспозиция около	Боковое положение через	Потеря рефлексов через	Дальнейшее течение
Мышь	109	3/4 часа	60 мин.	—	выздоровление смерть смерть
	123	1 1/4 часа	15 мин.	100 мин.	
	182	3/4 часа	5—14 мин.	42 мин. или совсем не наступает	
Крыса	183	1/2 часа	—	—	смерть при явлениях судорог смерть
		1 1/4 часа	7 мин.	20 мин.	

*Кошки*⁵.

Легкий бензин

Темп. кип. 50—100°. Пары вызывают вначале легкое раздражение слизистых. У животных наблюдается сначала возбуждение, затем легкие подергивания в конечностях. В зависимости от примененной концентрации раньше или позже наступает боковое положение; настоящий наркоз, если он вообще наступает, появляется через поразительно долгий промежуток времени. Смертельные случаи при концентрациях ниже 200 мг/л сравнительно редки, однако они все же наблюдались уже при концентрации 140 мг/л после 3-часовой экспозиции.

Действие легкого бензина на кошек⁵

Примен. количество в мг/л	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Дальнейшее течение
45	8 час.	2 часа	—	—	выздоровление выздоровление выздоровление смерть через двое суток
75	10 час.	1 час	10 час. (?)	—	
100	7 час.	1 1/2 часа	6 час.	—	
140	3 часа	14 мин.	3 часа	—	
250	1 час	10 мин.	40 мин.	60 мин.	медленное выздоровление
315	1/2 часа	6 мин.	30 мин.	—	внезапная смерть через 30 мин.
420	3 часа	20 мин.	75 мин. (судороги)	—	смерть через сутки

Тяжелый бензин

Темп. кип. 102—160°, приблизительно в 3 раза менее летуч, чем легкий бензин; примерно в 1 1/2 раза токсичнее легкого бензина. Боковое положение наступало быстрее при низких концентрациях; при высоких концентрациях разница незначительна. Зато наркоз при тяжелом бензине наступал быстрее или был более полным. См. также

«Токсическое действие» в разделе «Нефть и ее продукты», а также кривую на рис. 26.

Действие тяжелого бензина на кошек ⁵

Примен. количество в мг/л	Экспози- ция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Дальнейшее течение
46	6½ час.	1¾ часа	—	—	выздоровление
75	5½ час.	35 мин.	—	—	смерть к концу опыта
117	2 часа	¼ часа	2 часа	—	выздоровление
122	5½ час.	½ часа	3 часа	5½ час	выздоровление на следующий день
185	2 часа	20 мин.	1½ часа	2 часа	постепенное воз- вращение к норме на следующий день

Кролики и морские свинки менее чувствительны к бензину, чем кошки. Концентрации 200—300 мг/л вызывают сначала возбуждение, затем сонливое состояние и к концу судороги. При длительном действии отмечается понижение чувствительности, причем появление судорог замедляется⁷.

2. У человека ^{5; 9}. Вдыхание в течение 15 мин. концентрации 10 мг/л не оказало никакого действия, привкус бензина или запах его во вдыхаемом воздухе быстро исчез; 20 мг/л при вдыхании в те-

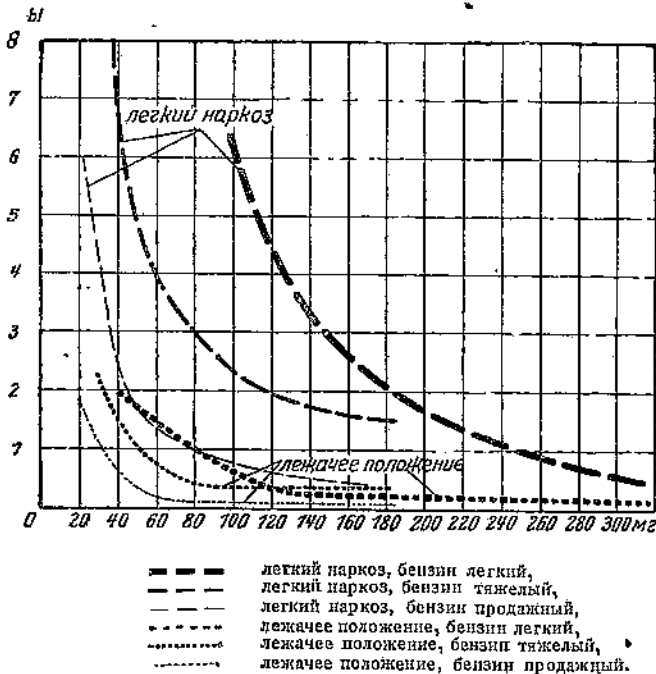


Рис. 26. Сравнительное действие легкого, тяжелого и продажного бензина на кошек (по Леману)

чение 20 мин. не вызвали никакого заметного раздражения слизистой оболочки носа; действие на центральную нервную систему было сла-

бее, чем от вдыхания бензола в концентрации 10 мг/л (опыт, проведенный на себе Леманом-Гундерманом⁵⁾).

Действие на центральную нервную систему после непродолжительного вдыхания малых количеств бензина выражается в состоянии, похожем на опьянение, иногда также в головной боли, сердцебиении и головокружении, тошноте, кашлевом раздражении. Эти явления быстро исчезают на свежем воздухе.

Указанное состояние, похожее на опьянение, сопровождается галлюцинациями, особенно зрительными и слуховыми, которым часто подвержены рабочие и работницы мастерских по чистке перчаток и подобных предприятий.

Однократное вдыхание более значительных количеств быстро вызывает глубокую потерю сознания; при этом наблюдаются характерные подергивания или дрожание, или же появляются также судороги и судорожное окоченение мышц; кожа синюшно окрашена, пульс малый, часто неравномерный, температура тела (внутренняя), как и температура кожи, понижена. В тяжелых случаях дело доходит до потери рефлексов, паралича мочевого пузыря и прямой кишки и наконец смерти при явлениях нарастающей сердечной слабости.

При повторном вдыхании малых количеств бензина наступает большей частью понижение индивидуальной чувствительности к нему.

Выделение организмом бензина, введенного с дыханием, происходит преимущественно через легкие, поэтому выдыхаемый воздух имеет характерный запах бензина.

Как последующие заболевания наблюдались: оцепенение, ослабление памяти, вялость, невриты, далее также воспалительные явления в легких.

Действие паров бензина на человека

а) По американским данным⁸

Действие	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)
Запах ощущается при минимальной концентрации	300
Опасно даже при непродолжительном вдыхании	11 000—22 000
Быстро вызывает смерть при непродолжительном вдыхании	24 000—30 000

б) По Леману-Гессу

Действие	мг/л
При $\frac{1}{8}$ —1-часовой экспозиции смертельно (немедленно или позже)	30—40
При $\frac{1}{2}$ —1-часовой экспозиции опасно для жизни	25—30
При $\frac{1}{2}$ —1-часовой экспозиции переносимо без непосредственных и отдаленных последствий	10—20
При многочасовой экспозиции действуют уже	5—10
При 6-часовой экспозиции переносимо без серьезных симптомов	10

б) Хроническое отравление. Наблюдались: чувство тяжести в голове и во всем теле, рвущие боли в суставах и членах, состояние страха и депрессии, апатия, подавленность, отсутствие аппетита, забывчивость, мышечная слабость, боль при надавливании на перифе-

рические нервы, дрожание и другие нервные поражения, парестезии, например ощущение «чужой руки» при прикосновении больного к самому себе. Наряду с этим отмечали анемию и раздражение слизистых оболочек глотки и дыхательных путей, иногда также легочные кровотечения. В результате «бензиномании» в одном случае появилось тяжелое поражение глаз.

Определение. Подлежащий исследованию воздух протягивается со скоростью 1 л в минуту через U-образную трубку, заполненную стружками магнезии и охлаждаемую жидким воздухом. При этом конденсируется 99,6% имеющихся в воздухе паров бензина².

Активированный уголь адсорбирует весь бензин, путем перегонки с водяным паром он может быть получен из угля вновь.

Литература

1. Dorendorf, Ztschr. f. klin. Med. 43, 42 (1901).
2. Фрицман и Мацюлевич, Ж. Р. Ф. X. О. 52, 212 (1920).
3. Fühner, Biochem. Ztschr. 115, 235 (1921).
4. Kober, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 926, 1906.
5. Lehmann, Arch. f. Hyg. 75, 1 (1912) (там же литература).
6. Peters, Dtsch. med. Wchschr., Vereinsbeiträge 1900, 249.
7. Шустров и Салистовская, Гигиена труда 1925, 3.
8. U. S. Department of Interior, Bureau of Mines, Technical Paper 272 (1921).
9. Zangger u. Flury-Zangger, Toxikologie. S. 173, 1928.

Дополнительная литература

- Bames-Reiter, Neue Versuche u. d. quantitative Giftigkeit v. Benzol- u. Benzindämpfen, Arch. Hyg. Bacteriol, 108, 129, 1934.
- Engelhardt, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 479 (1931).
- Heitzmann, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 515 (1931).
- Roth, Zur Kenntnis d. acut. Benzolverg. Arch. f. Gewerbepathol. u. Gewerbehyg. 4, 727—732 (1933).
- Schwarz, Deutsche mediz. Wchschr. 449 (1932).
- Вигдорчик, Врачебное дело № 13—14 (1932).
- Лазарев, Бензин как промышленный яд, Соцэкгиз, 1931 (там же литература).
- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в пром., ч. 1, стр. 56, Госхимтехиздат (1933).
- Лазарев, Брусилловская и Лавров, Biochem. Zeitschr. 242, 377 (1931).
- Лазарев, Брусилловская и Лавров, Arch. f. Gewerbepathologie, 2, 641 (1931).
- Сборник работ комиссии по изучению профвредн. и заболев. транспортников, подвергавшихся влиянию нефтепродуктов, вып. 2, Ростов-на-Д. (1927).
- Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, 4-е изд. Гострудиндат, 1930.
- Carozzi, Pétrole et lubrifiants, Hygiène du travail № 296, Genève (1932).
- White, Профессиональные болезни кожи, 122, Москва 1925.
- Шацко, Врачебное дело, стр. 1232, 1923.
- Эренбург, Сланская и Чернобережский, Бюллетень Ленинградского института гигиены труда и техники безопасности № 7—8, 56 (1931).

Нефть и керосин

При отравлениях, вызванных вдыханием паров, образованных нефтью или керосином, приходится всегда думать о происхождении соответствующих продуктов. В отношении перегнанных продуктов вряд ли может обнаружиться какое-либо существенное различие в токсическом действии, напротив, такое различие вполне возможно при действии неочищенных, сырых продуктов, в которых, как уже было упомянуто, та или иная примесь может оказаться в некоторых случаях причиной значительного усиления основного действия.

Общий характер токсического действия. В общем такой же, как и у углеводородов с более низкой точкой кипения. Рассматриваемые продукты обладают лишь более сильным раздражающим дей-

ствием на слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, особенно неочищенные продукты.

Явления отравления¹⁻⁸

а) Острое отравление. При кратковременном вдыхании незначительного количества паров, а также при внезапном действии на дыхательные концентрированных паров явления те же, что и при вдыхании бензина.

При более длительном вдыхании средних количеств паров, картина отравления несколько иная. Разнообразие ее несомненно связано с непостоянным составом продуктов.

Наблюдались вначале возбуждение, головная боль, зрительные и слуховые галлюцинации; в дальнейшем либо наступало понижение чувствительности, либо возбуждение нарастало до буйного помешательства и бешенства. Картина отравления может также носить и более депрессивный характер: расслабленность, сонливость, чувство давления в голове, шум в ушах, тяжелое состояние опьянения с пошатыванием, продолжающийся днями глубокий сон, бессознательное состояние, потеря памяти.

Наблюдались также невриты, потеря чувствительности, расстройство глотания и речи, цианоз, падение температуры и в связи с этим озноб; замедление пульса и дыхания, а также желудочно-кишечные расстройства.

Отмечены симптомы местного раздражения: воспаление конъюнктивы и дыхательных путей, в последнем случае часто с приступами одышки, кашля, иногда с кровавой мокротой, бронхитом; к этому присоединялись плеврит и воспаление легких. Эти явления особенно часто проявлялись при вдыхании паров от неочищенных продуктов.

б) Хроническое отравление. И в этих случаях симптомы весьма разнообразны: головная боль, головокружение, невралгии, ослабление памяти, изменения в крови (уменьшение количества белых и красных кровяных телец с повышенным содержанием гемоглобина); незначительное ускорение реакции оседания эритроцитов и увеличение цветного индекса¹, расстройства дыхания; далее расстройства в области чувствительных нервов, начиная с мест, находящихся в соприкосновении с парами: отсутствие рефлекса конъюнктивы, дрожание век, понижение чувствительности в руках, усиление коленных рефлексов. Позднее могут появиться хронические полиневриты. При неудовлетворительных санитарно-гигиенических условиях труда заболевали все рабочие, проработавшие более 4 лет⁷.

Наблюдавшиеся у работающих с нефтью и керосином кожные заболевания следует приписать по преимуществу не влиянию паров, а непосредственному действию жидких продуктов.

Литература

1. Абрамовская и Тер, Гигиена труда 1924, 60.
2. Бельчик, Врач 1886, 520.
3. Geppert, Dtsch. med. Wchschr. 1926, 1080.
4. Hanauer, Ztschr. Versich. wiss. 1914, № 4.
5. Koeilsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 352, 1926.
6. Lewin, Virchows Arch. f. Anat. u. Phys. 112 (1888).
7. Ramboisek, Gewerbliche Vergiftungen, S. 257, 1911.
8. Жуков, Гигиена труда, 1925, 110.

Дополнительная литература (керосин, мазут, смазочные масла и т. п.)

- Meyer-Brodnitz, Arch. f. Gewerbepathol. 3, 523 (1932).
 C. Twort a, I. Twort, Journ. Ind. Hyg. № 6, 204 (1931).
 White, Профессиональные поражения кожи, Москва, 1925.

Бомар, Тигиена, безопасн. и патол. труда № 8—9, 153 (1931).
 Дзенджа, Гиг., безопасн. и патол. труда № 8—9, 136 (1931).
 Евсеев и Санталов, Военно-медицинск. журн. 2, 307 (1931).
 Жунахин, ст. в сборн. Труд и его вредности, вып. 4, Самара (1928).
 Лейтман, в сб. Вопросы техники безопасн. и травматизма в горн. про-
 мышл. 422, Соцэкгиз (1931).
 Шафранова, в сб. Вопросы техники безопасн. и травматизма в горной
 промышленности, 457, Соцэкгиз (1931).

Непредельные углеводороды этиленового ряда (олефины)

	Формула	Мол. в.	Вес литра пара в г	Точка кип. нормаль- ного изомера в °C
Этилен	C_2H_4	28,03	1,17	— 103,8
Пропилен	C_3H_6	42,05	1,74	— 47
Бутилен	C_4H_8	56,06	2,33	— 5
Амилен	C_5H_{10}	70,08	2,91	+ 40
Гексилен	C_6H_{12}	84,09	3,50	+ 64,1
Гептилен	C_7H_{14}	98,11	4,08	+ 99

Нахождение. Низшие члены ряда имеются в незначительном коли-
 честве в светильном газе.

Общий характер токсического действия. Газы с удушающим и
 наркотическим действием.

Чем больше углеродных атомов в молекуле, тем больше наркоти-
 ческое действие соединения и, наоборот, тем меньше его токсичность.
 Двойная связь увеличивает, а боковые ответвления углеродной цепи
 уменьшают наркотическое действие соединения¹.

Этилен и пропилен начинают оказывать наркотическое действие
 лишь при высоких концентрациях, и при том лишь при разведении
 кислородом. При аналогичном разведении воздухом они действуют
 больше как удушающие газы, чем как наркотические. Это происходит
 по следующей причине: для получения заметного наркотического эф-
 фекта необходима столь большая концентрация, что количество
 остающегося в смеси кислорода оказывается недостаточным для под-
 держания дыхания. Например в смеси 80% этилена и 20% воздуха
 количество кислорода упало бы до 4,2%. В смеси с кислородом и
 даже с воздухом в определенных отношениях этилен и пропилен
 взрывают.

Нижеприведенная таблица показывает

Токсичность различных олефинов для
 белых мышей²

	Наркоз через 15 мин. при	Остановка дыха- ния не позже чем через 2 часа при
Этилен	90% ₀ объемн.	95% ₀ объемн.
Пропилен	40% ₀ "	65% ₀ "
Бутилен	20% ₀ "	20% ₀ "
Амилен	6% ₀ "	6% ₀ "

Отсюда получается следующая

Сравнительная таблица наркотиче-
 ского действия:

Этилен	1
Пропилен	2,25
Бутилен	4,5
Амилен	15,0

Литература

1. Killian, Schmerz, Narkose, Anästhesie 3, 121 (1930).
2. Riggs, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 22, 269 (1928).

Этилен

Формула: $\text{CH}_2 : \text{CH}_2$. Мол. в.: 28,03.

Получение. Протягиванием паров спирта над нагретым до температуры около 400° глиноземом. В небольших количествах при прибавлении спирта по каплям в нагретую до $200\text{--}220^\circ$ фосфорную кислоту.

Свойства. Газ, бесцветный со слегка слащавым запахом; сгущается в жидкость при $-1,10^\circ$ и 42,5 ат, темп. кип. при давлении 760 мм $-103,8^\circ$, темп. плавления $-169,4^\circ$. Плотность (по воздуху) 0,9684; уд. в. жидкости при -102° 0,566; вес литра 1,17 г.

Возможности отравления. При применении в химической промышленности (исходный продукт для брометила, хлоретила, бромистого этилена, этиленхлоргидрина, гликоля и др.) и при наркозе в медицинской практике.

Общий характер токсического действия. См. раздел «Непредельные углеводороды этиленового ряда».

Явления отравления

1. У животных

В смеси с воздухом.

Мышь. 80% объемн., или 920 мг/л вызывают смерть⁸.

Белые крысы. 95% объемн., или 1090 мг/л вызывают «наркоз», вернее удушье через 15 мин.¹¹

В смеси с кислородом. Наркотические концентрации для теплокровных (белые мыши и крысы, морские свинки, кролики, кошки, собаки) равны 80—90% этилена, или 920—1040 мг/л⁷. У мышей при концентрации этилена 70%, или 800 мг/л, наступал наркоз через 5 мин.; при 80%, или 920 мг/л, через 3 мин.; при 90%, или 1040 мг/л, через 1 мин.⁹. Кровяное давление не изменяется. Побочное действие и последствие в результате наркоза в практике не наблюдались⁷.

Кровь кролика свертывается во время наркоза через 6 мин., после наркоза — через 1 мин., в норме — через 4 мин.⁵

Количество этилена, определяемого в крови, зависит от концентрации примененной смеси этилена с кислородом, например у собак при концентрации этилена 66—77,5%, или 760—890 мг/л, она равна 8—10 см³ газа в 100 см³ крови.

Газы выделяются из крови в течение 2 мин., в соответствии с этим быстро наступает и пробуждение¹⁰.

2. У человека

В смеси с воздухом. При глубоком дыхании наблюдалось чувство тяжести в голове³. Смесь из 2 частей воздуха и 3 частей этилена обладала слабо наркотическим действием и вызывала в дальнейшем головокружение, головную боль, подавленность, потерю сознания^{4, 5}.

В смеси с кислородом. Лукгардт⁷ использовал наркотические свойства этилена для общего наркоза при хирургических

* Возможно, в данном случае в этилене имелась примесь окиси углерода.

Действие различных концентраций этилена².

Действие	61% (или приблизит. 700 мг/л)	51% (или приблизит. 535 мг/л)	46,7% (или приблизит. 540 мг/л)
Начало действия через . . .	30 сек.	40 сек.	60 сек.
Возбужденная речь через .	60 сек.	75 сек.	120 сек.
Расстройство координации через	5 мин.	8—9 мин.	12 мин. (легкое)
Бессознательное состояние через	5 мин. 20 сек.	—	—

операциях. На основании своих опытов на животных он рекомендовал смесь 80—90% объемных, или 920—1040 мг/л этилена с 10—20% кислорода. До момента наступления глубокого наркоза с полным расслаблением мышц проходит большей частью 5—10 мин., в дальнейшем приток этилена может быть уменьшен, а приток кислорода увеличен*. По прекращении притока газа пробуждение наступает в течение 3—4 мин., даже если наркоз продолжался 3—4 часа. Приблизительно через 5 мин. сознание полностью восстанавливается. Примерно в 15% случаев появляется рвота во время пробуждения, в 30% случаев 1—3-кратная рвота наблюдается в течение первых 3 час. после операции. Раздражения слизистых дыхательных путей не отмечается, не имеется также усиления слюноотделения. Отрицательной стороной вещества является взрывчатость ингаляционной смеси.

Токсическое действие этилена на человека
(в смеси с кислородом)⁴

Действие	мг/л (приблизит.)	Частей на миллион (см ³ /м ³)
Смертельно		
При вдыхании в течение 5—10 мин.	1100	950 000
Опасно		
При вдыхании в течение 1/2—1 часа	920	800 000
Переносимо		
При вдыхании в течение 1/2—1 часа	570	500 000

Случайные отравления при наркозе этиленом следует приписать примеси окиси углерода в применявшемся этилене¹¹.

См. также раздел «Применение газов в медицине».

Индикация. Протягиванием через раствор уксуснокислой ртути; при подкислении раствора имеющийся в нем этилен вновь освобождается и может быть обнаружен прекращением свечения фосфора в воздухе⁸.

* Некоторые авторы⁴ предлагают для начала наркоза пользоваться концентрацией в 90% этилена, для продолжения его — 85%.

Определение. Абсорбцией в хлорсульфоновой кислоте или в серной кислоте, содержащей 25% серного ангидрида.

Литература

1. Brown, Easson и V. E. Henderson, Arch. internat. Pharmacodynamie 28, 267 (1923).
2. Davidson, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 26, 24 (1925).
3. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. S. 25, 1865.
4. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 38, 65 (1928).
5. Gouveia, Comptes rendus de la Soc. de biol. 101, 385 (1929).
6. Hermann, Arch. f. Anat. u. Phys. (Waldeyer-Rubner), Physiol. Abt. 1864, 535.
7. Luckhardt, Klin. Wschr. 4, № 16 (1925) (там же литература).
8. Lunge-Berl, Chem.-techn. Untersuchungsmeth. Bd. 1, S. 287, 1921.
9. Meyer и Hopff, Ztschr. f. physiol. Ch. 126, 289 (1923).
10. Nicloux et Jovanowitsch, Comptes rendus de la Soc. de biol. 93, 1653 (1925).
11. Riggs, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 22, 269 (1925).
12. Sherman, O'Neill, Swindler, McElroy а. Yant, Journ. amer. med. Assoc. 88, 1228 (1927).

Пропилен

Формула: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH} : \text{CH}_2$. Мол. в.: 42,05.

Получение. Действием иодистого аллила на цинк или нагреванием глицерина с цинковой пылью.

Свойства. Газ, бесцветный; плотность (по воздуху) 1,498; вес литра 1,74 г. Уд. вес при темп. кип. 0,609. Сгущается в жидкость при давлении в 7—8 ат. Абсолютный спирт абсорбирует 12—13 объемн. частей, концентрированная серная кислота — 200 объемн. частей пропилен.

Общий характер токсического действия. Аналогичен этилену, но почти вдвое сильнее.

Явления отравления

1. У животных. *Мышь.* При действии 50 объемн. частей пропилен и 50 объемн. частей воздуха, или около 860 мг/л: через 1 мин. положение на спине, через 8 мин. легкий наркоз⁴.

В смеси с кислородом

Объемные %	мг/л (приблизит.)	Действие
70	1200	через 1 мин. легкий наркоз; быстрое пробуждение ⁴
ниже 40	ниже 690	возбуждение ³
40	690	минимальная наркотическая концентрация ³
60	1080	высшая не вызывающая смерти концентрация ³
65	1125	падение кровяного давления ³

Кошки.

Объемные %	мг/л (приблизит.)	Действие
В смеси с воздухом или кислородом; при введении непосредственно в трахею через каплю ¹		
20—31	345—530	достаточная потеря чувствительности
37	630	наркоз
50	860	через 2 мин. наркоз, продолжающийся в течение нескольких минут, затем быстрое пробуждение
65	1120	незначительные симптомы отравления
70	1200	уже через 2 мин. токсическое действие
В смеси с кислородом ²		
30	520	уже потеря чувствительности
ниже 40	ниже 690	никакого мышечного расслабления
40	690	полная потеря чувствительности
50	860	наркоз
70—80	1200—1400	смертельно

Собаки.**В смеси с кислородом**

Объемн. %	мг/л (приблизит.)	Действие
50	860	наркоз, сердцебиение и дыхание учащены
75—80	1300—1400	падение кровяного давления и сердечной деятельности; смерть

2. У человека². При действии 6,4% объемн. (или около 110 мг/л) с 26% кислорода: через 2,5 мин. начинающийся слабый наркоз, парестезия, потеря способности к сосредоточению. При действии 15% объемн. (или около 260 мг/л) с 35% кислорода: через 4 мин. наркоз и рвота.

Действие пропилена на человека

Действие	240% или около 400 мг/л	120% или около 200 мг/л
Начало действия через	30 сек.	50 сек.
Возбужденная речь через	60	3 мин.
Расстройства координации через	2,5 мин.	20
Бессознательное состояние	3	20

Определение. Так же, как при этилене.

Литература

1. Brown, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 23, 485 (1924).
2. Davidson, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 26, 33 (1925).
3. Halsey, Reynolds a. Prout, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 26, 479 (1926).
4. Meyer u. Hopff, Ztschr. f. physiol. Ch. 126, 281 (1923).

Амилены

Общая формула: C_5H_{10} . Мол. в.: 70,08.

Химические данные. Продажный амилен, полученный из амилowego алкогoля брожения посредством нагревания последнего с концентрированным раствором хлористого цинка, представляет собой

Высшие непредельные алифатические углеводороды (из нефти). Токсичность прибли-
однако с удлинением цепи токсичность у непредельных углеводородов
Действие на белых мышей

Вещество	Мол. в.	Формула	Темпера- тура кипения °C	М л	
				боковое по	
				мол/л	мг/л
Пентен (смесь изомеров, глав- ным образом 3-метил- β-бутена и немного β-пенте- на)	70,08	$(\text{CH}_3)_2\text{C} : \text{CHCH}_3$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} : \text{CH} \cdot \text{CH}_3$	36,4 до 38,4	0,00157	100 до 120
α-Гексен	84,09	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH} : \text{CH}_2$	64,1	0,00119	100
α-Гептен	98,11	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH} : \text{CH}_2$	99	0,00061	60
3-метил-α, β-бутадиен	68,06	$(\text{CH}_3)_2\text{C} : \text{C} : \text{CH}_2$	40,5	0,00176	120
3-метил-2-бутин (изопронил- ацетилен)	68,06	$(\text{CH}_3)_2\text{CHC} : \text{CH}$	29,3	0,00221	150

жидкость с темп. кип. 35—40°; уд. в. при 20° 0,6568. Вес литра пара 2,91 г. Он содержит 4 изомера:

n-пропилэтилен (α-амилен, β-пентен)

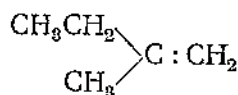
$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : \text{CH}_2$, темп. кип. 40°;

изопронилэтилен (α-изоамилен) $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CH} : \text{CH}_2$, темп. кип. 21°;

триметилэтилен (β-изоамилен, 3-метил-β-бутен),

$(\text{CH}_3)_2\text{C} : \text{CH} \cdot \text{CH}_3$, темп. кип. 38,4°;

асимм.-метилэтилэтилен (γ-амилен)



темп. кип. 32°.

Главной составной частью является триметилэтилен.

Из кавказских сортов нефти были выделены амилены, содержа-
щие преимущественно триметилэтилен и немного *n*-пропилэтилена¹.

Совершенно чистый триметилэтилен (темп. кип. 38,4°; уд. в. при 15° 0,667) применялся в медицине в качестве ингаляционного нарко-
тического средства под названием пентала³.

Общий характер токсического действия. Сильное наркотическое
действие; наряду с этим раздражает слизистые оболочки.

Явления отравления

1. У животных. Вызывает падение кровяного давления, быстро
и длительно парализует вазомоторные и двигательные центры⁵. Ми-
нимальная концентрация, вызывающая наркоз у мышей, равна 4%
объемн., или около 120 мг/л⁴. См. на стр. 360—361 таблицу Ла-
зарева¹ «Высшие непредельные алифатические углеводороды (из
нефти)».

2. У человека. Вдыхание амилена (пентала) вызывает сильное
раздражение слизистых, вплоть до появления спазма голосовой щели.
Для наркоза в медицинской и зубоврачебной практике применяли ра-
нее 10—12 см³. Получались серьезные последствия: запах амилена

зительно в два раза выше токсичности соответствующих предельных углеводородов; нарастает менее быстро, чем у предельных, при вдыхании в течение 2 час.

нимальные концентрации, вызывающие

положение	потерю рефлексов			смерть		
частей на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)	мол/л	мг/л	частей на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)	мол/л	мг/л	частей на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)
35 000 до 42 000 30 000	0,00157 —	100 до 120 —	35 000 до 42 000 —	0,00296 0,00167	140 до 275 130 до 150	49 000 до 96 000 39 000 до 45 000
15 000 43 000	— 0,00176	— 120	Не определены			
54 000	0,00221	150	54 000	0,00367	250	90 000
Не определены (до 200 мг лн одного смертельного случая)						

в выдыхаемом воздухе, державшийся в течение многих часов, рвота, сонливость, склонность к обморокам, головокружение, в моче кровь, белок, а также цилиндры. Так как при пенталовом наркозе встречались случаи смерти при явлениях судорог, цианоза и паралича дыхания, то пользование им было прекращено; наркотическая доза его близка к токсической.

Индивидуальные защитные приспособления. Промышленный фильтрующий противогаз Снабосоавиахима тип А (коробка защитного цвета) или (особенно при длительной работе при высокой концентрации) шланговый противогаз.

Литература

1. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 143, 223 (1929).
 2. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 406, 1928.
 3. Mering u. Holländer, Therap. Monatsh. 1891, № 10; 1892, № 1.
 4. Meyer u. Hopff, Ztschr. f. physiol. Ch. 112, 55 (1921).
 5. Sackur, Virchows Arch. f. Anat. u. Phys. 130, 31 (1893).
- Дальнейшая литература у K o b e r t, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 923, 1906.

Диолефины *

Формула: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$:

	Формула	Мол. в.	Состояние в обычных условиях	Темп. кипения в °C
Пропадиеп (аллен)	C_3H_4	40,03	Газ	—32
Бутадиен-(1,3)	C_4H_6	54,05	"	— 5(—2,6)
Изопрен	C_5H_8	68,06	Жидкость	34
Диметилбутадиен	C_6H_{10}	82,08	"	69,6

* В связи с широким развитием в СССР промышленности синтетического каучука мы нашли необходимым ввести дополнительно настоящий раздел, касающийся исходных продуктов и полупродуктов этой отрасли промышленности. Материал заимствован из книги Н. В. Лазарева и П. И. Астраханцева, «Химически вредные вещества в промышленности», т. 1, стр. 33—37. Ред.

Физические свойства. Напоминают таковые этиленовых углеводородов.

Химические свойства. В общем сходны со свойствами углеводородов ряда этилена. Диолефины имеют большое значение для получения так называемых искусственных, или синтетических каучуков, работы с которыми получили за последние годы особенно широкий размах. Существует уже обширная патентная литература, относительно способов получения искусственного каучука; все они основаны на способности к полимеризации преимущественно некоторых диолефинов, главным образом бутадиена, изопрена и диметилбутадиена.

Физиологическое действие. Наркотики, действующие несколько сильнее, чем соответствующие этиленовые углеводороды. С увеличением числа атомов углерода сила наркотического действия возрастает. Разветвление цепи углеродных атомов уменьшает ее. Углеводороды этого ряда обладают более значительным раздражающим действием на слизистые оболочки, чем олефины и парафины, и более неприятным запахом.

При хроническом отравлении анатомические изменения во внутренних органах выражены слабо; наиболее отчетливые изменения обнаруживаются в кроветворных органах (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы) (неопубликованные опыты Ларионова и Штессель).

Литература

- Бызов, Каучук, Техн. Энциклопедия, 10, 50 (1930).
 Добрянский, Курс технологии нефти, стр. 467, Научно-техн. изд., 1931.
 Лазарев, Бензин как промышленный яд, стр. 44, Соцгиз, 1931.
 Brooks, Chemistry of non-benzenoid hydrocarbons, VI гл. New York (1922).
 Killian, Schmerz, 3, 121 (1930); Arch. f. klin. Chir. 167, Kongressber. 637, 639 и 148—152 (1929).

Аллен (пропадиен)

Формула: C_3H_4 ; $[CH_2=C=CH_2]$. Мол. в.: 40,03.

Получается из аллилтрибромгидрина после двукратного отщепления бромистого водорода.

Физические свойства. Газ, сгущающийся в жидкость при -32° . Плотность по отношению к воздуху 1,4. Коэффициент растворимости (λ) в воде при 20° 0,326, в крови при той же температуре 0,472.

Множители для пересчетов. 1 мг/л соответствует 0,06% объемн., или 616 частей на миллион частей воздуха; 1% объемн. = 16,4 мг/л; 1 часть на миллион = 0,001636 мг/л.

Химические свойства. См. «Диолефины».

Общий характер действия на организм. Слабый наркотик.

Картина отравления и токсические концентрации. У белых мышей 20%-ная смесь пропадиена с кислородом вызывает через 1 мин. беспокойство, учащение дыхания, через 8—12 мин. — боковое положение, через 11 мин. у одного из трех животных — наркоз. При вдыхании смеси 40% пропадиена и 60% кислорода через 10—15 мин. смерть. В опытах на кроликах минимальная концентрация, вызывающая наркоз в течение не более 20—30 мин., равна 20%. Дыхание во время наркоза учащено, объем его увеличен. Кровяное давление слегка повышается, пульс учащен.

Литература

- Killian, Schmerz 3, 121 (1930).

Бутадиен-1,3 (дивинил)

Формула: C_4H_6 ; $[CH_2=CH-CH=CH_2]$. Мол. в.: 54,05.

Встречается в производственных условиях в смеси с другими углеводородами при крекинге нефти, в первичной каменноугольной смоле, при получении синтетического каучука. В последнем случае бутадиен является исходным материалом для получения каучука.

Получение в промышленном масштабе или путем контактного пиролиза спирта по способу Лебедева или пиролизом нефти (или ее дистиллатов) по способу Бьюзова.

Физические свойства. Бесцветный газ с неприятным, тошнотворным запахом, который сравнивают с запахом чеснока или хрена. Темп. кип. -5° (по др. данным $-2,6^\circ$); плотность по отношению к воздуху 1,87; коэффициент растворимости (λ) в воде при 20° 0,376, в бычьей дефибринированной крови при 21° 0,937 (Киллиан).

Множители для пересчетов. 1-мг/л соответствует 0,045% объемн., или 450 частей на миллион частей воздуха; 1% объемн. = 22 мг/л, 1 часть на миллион = 0,0022 мг/л.

Химические свойства. См. «Диолефины».

Общий характер действия на организм. В высоких концентрациях действует как наркотик, при действии малых концентраций на первом плане заметное раздражающее действие на слизистые оболочки.

Картина отравления и токсические концентрации. При небольших концентрациях часто легкая тошнота, вызываемая у некоторых одним запахом бутадиена. Однако к запаху этому быстро привыкают. У человека вдыхание в течение 5 мин. 1%-ной смеси бутадиена с воздухом (около 22 мг/л) вызывает лишь слабые субъективные симптомы, сухость во рту и некоторое учащение пульса. Кровяное давление и дыхание заметно не изменялись. При высоких концентрациях у животных наблюдается наркоз: у белой мыши при концентрации около 9—14 объемн. %, у кролика — около 25%. Примерно таковы же смертельные концентрации (Штессель, Гершуни, неопубликованные опыты). При повторных многократных отравлениях мышей высокими концентрациями бутадиена (около 6½ объемн. %) животные не погибали. При вскрытии обнаруживались небольшие изменения в дыхательных путях: раздражение слизистой оболочки бронхов. Заметные изменения в кровеносных органах: некоторая гиперплазия (увеличение числа клеток) костного мозга, раздражение красной пульпы селезенки и т. д. Наоборот, в печени, почках, сердечной мышце, семенниках изменений не обнаруживалось (Ларионов, неопубликованные опыты).

Картина хронического отравления у человека мало изучена. Можно ожидать конъюнктивитов, катаров дыхательных путей, анемии (в начальных стадиях может быть гиперглобулия — увеличение числа эритроцитов), функциональных заболеваний нервной системы (неврастения, истерия). По материалам Ленинградского института профзаболеваний повидимому наблюдается еще лейкопения — уменьшение числа лейкоцитов.

Предельная допустимая концентрация в рабочей зоне по мнению бригады Ленинградского института организации и охраны труда и Института профзаболеваний 0,1 мг/л.

Индивидуальные защитные приспособления. См. «Амилены».

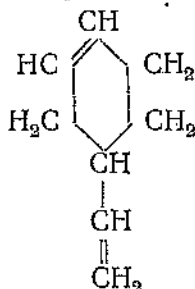
Литература

Ларионов, Штессель, Нуссельман, О действии на организм бутадиена, псевдобутилена и изопрена. Каз. мед. журн. № 5 (1935).
См. также раздел «Диолефины».

Продукты полимеризации бутадиена — димер

Это название носит техническая смесь довольно разнообразных углеводородов (может быть и других соединений), отличающаяся весьма неприятным тошнотворным запахом.

Главной ее составной частью является димер бутадиена, циклический углеводород с суммарной формулой C_8H_{12} .



Физиологическое действие. 1. На животных. Для белых мышей минимальная концентрация паров, вызывающая в течение 2-часового опыта боковое положение животных, колеблется от 12 до 20 мг/л. У части животных при этих концентрациях отмечаются судороги, у всех — явления раздражения глаз и слизистых оболочек. Исчезание рефлексов наблюдается при концентрациях, начиная с 20—25 мг/л. Смерть во время опыта не наступала даже при 40 мг/л, но впоследствии часть животных погибала через несколько дней после отравления, причем на вскрытии в большинстве случаев резких изменений не обнаруживалось.

У кроликов при концентрациях до 60 мг/л наблюдается лишь раздражение слизистых оболочек и небольшое ослабление некоторых рефлексов положения. При более высоких концентрациях наступает легкий наркоз, сопровождающийся заметным падением кровяного давления. То же наблюдается и в опытах на собаках (неопубликованные данные Гершуни и Зоновой).

При повторных многократных (до 45 раз) отравлениях белых мышей при концентрации в 5 мг/л по 4 ч. в день одно животное погибло после 16 отравлений от геморрагического воспаления легких, другие остались в живых. Данные вскрытия специально убитых животных указывают повидимому на раздражение органов кроветворения (Ларионов).

2. На человека. При вдыхании высоких концентраций паров димера (впрочем несомненно в смеси с бутадиеном и псевдобутиленом) известны случаи острого отравления с общим опьянением, головной болью, головокружением и даже потерей сознания. Какие-либо тяжелые последствия этих отравлений нам неизвестны. Равным образом неизвестно пока ничего достоверного о картине хронического отравления (наблюдения Любимовой, подкрепляемые также и опытами на животных, позволяют ожидать раздражения кроветворного аппарата, выражающегося в частности в увеличении числа эритроцитов).

Изопрен

Формула: C_5H_8 ; $[\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2]$. Мол. в.: 68,06.

Встречается в производственных условиях при синтезе искусственного каучука.

Получение для технических целей — из терпенов (дипентена), из ацетона, изоамилового алкоголя или пентановой фракции нефти и т. д.

Физические свойства. Жидкость, темп. кип. 34° . Уд. в. 0,679; пары в 2,4 раза тяжелее воздуха.

Множители для пересчетов. $1 \text{ мг/л} = 0,036 \text{ объемн. } \%$, или 360 частей на миллион частей воздуха; $1 \text{ объемн. } \% = 27,8 \text{ мг/л}$; 1 часть на миллион $= 0,00278 \text{ мг/л}$.

Химические свойства. См. «Диолефины».

Общий характер действия на организм и картина отравления — как при действии бутадиена. При хроническом отравлении животных явления раздражения кровеносных органов выражены сильнее, чем при отравлении бутадиеном. В крови может наблюдаться анемия, увеличение числа витальнозернистых эритроцитов, полихромазия (Нуссельман, неопубликованные опыты).

Токсические концентрации. Минимальная концентрация, вызывающая боковое положение у белой мыши, около $100\text{--}120 \text{ мг/л}$ ($3\frac{1}{2}\text{--}4\frac{1}{3}$ объемн. %), минимальная смертельная концентрация около 140 мг/л (5 объемн. %) (Штессель, неопубликованные опыты).

Предельная допустимая концентрация у рабочего места не установлена (ср. «Бутадиен»; однако изопрен более токсичен).

Индивидуальные защитные приспособления. См. «Амилены».

Литература

См. также раздел «Диолефины».

Диметилбутадиен

Формула: C_6H_{10} ; $[\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2]$. Мол. в.: 82,08.

Встречается в производственных условиях при синтезе искусственного каучука (так называемого метилкаучука).

Получение для технических целей — из ацетона.

Физические свойства. Жидкость, темп. кип. $69,6$, уд. в. (D_{20}^{20}) 0,7273.

Пары в 2,85 раза тяжелее воздуха.

Множители для пересчетов. $1 \text{ мг/л} = 0,03 \text{ объемн. } \%$, или 298 частей на миллион частей воздуха; $1 \text{ объемн. } \% = 33,5 \text{ мг/л}$; 1 часть на миллион $= 0,00335 \text{ мг/л}$.

Химические свойства. См. «Диолефины».

Физиологическое действие не изучено (ср. «Диолефины»).*

Непредельные углеводороды ацетиленового ряда

Ацетилен

Формула: $\text{CH}:\text{CH}$. Мол. в.: 26,02.

Получение. Разложение карбида кальция водою.

Свойства. Газ, запах чистого вещества слегка напоминает эфир; на вкус несколько сладковатый, охлаждающий. Растворим в равном объеме воды. Плотность (по воздуху) 0,9056. Вес литра 1,08 г. Легко превращается в жидкость; критическая температура 37° , критическое давление 68 ат. Жидкий ацетилен кипит при $-83,6^{\circ}$.

* Здесь кончается материал, заимствованный у Лазарева и Астраханцева. *Ред.*

Обращенный давлением в жидкость ацетилен легко взрывает (уже при повышении давления на 2 ат); благодаря разведению с другими не взрывающими газами способность к взрыву уменьшается. Смеси ацетилена с воздухом взрывают, если они содержат больше 2,8% и меньше 73% ацетилена. Взрыв происходит большей частью с сильным выделением копоти. Ацетилен выпускают в продажу в стальных баллонах, содержащих пористую, пропитанную ацетоном массу. Ацетон при давлении в 12—15 ат поглощает 250—300-кратный объем ацетилена. В таком виде ацетилен не взрывает при давлении до 10 ат, так как пористая масса не дает возможности распространиться взрыву.

Неочищенный ацетилен вследствие загрязненности технического карбида кальция, служащего исходным материалом, содержит большие или меньшие количества фосфористого водорода, мышьяковистого водорода, сероводорода, селенистого водорода, аммиака, окиси углерода и др. Его по возможности освобождают от этих примесей протягиванием над соответствующими очищающими массами. Различают очищающие массы, действующие путем окисления, и массы, вызывающие выпадение примесей в виде осадка. Массы первого рода содержат большей частью хлорную известь или хромовую кислоту; была предложена также смесь, состоящая из перекиси марганца, пенторахлористого железа, медных и ртутных солей. Выпадение примесей вызывает например двуххлористая медь.

Все же продажный ацетилен содержит примеси, чаще всего фосфористый водород (прежде до 0,1%, теперь обычно лишь около 0,03%). Ацетилен, применяемый для целей наркоза, очищают особенно тщательно.

Общий характер токсического действия. Удушающий газ; при наличии достаточного количества кислорода действует наркотически. На слизистые оболочки не оказывает никакого раздражающего действия.

Теория токсического действия. Вследствие прекращения доступа кислорода ацетилен вызывает расстройство окислительных процессов в мозгу и благодаря этому оказывает наркотическое действие. Некоторые жизненные процессы, не связанные с наличием кислорода, не подвергаются действию ацетилена¹⁵. Ацетилен действует будто бы иным образом, чем наркотики жирного ряда; однако это мало вероятно.

Переход ацетилена в кровь подчиняется закону Генри, т. е. представляет чисто физический процесс. Растворимость ацетилена в крови равна 98,8% растворимости его в воде¹¹.

Возможности отравления. При применении для сварки или для освещения, особенно в закрытых помещениях.

В общем причиной наблюдавшихся до сих пор отравлений являлись большей частью примеси ацетилена, особенно фосфористый водород¹ или, при автогенной сварке, смешанные отравления окисью углерода и углекислотой. Отравления, случающиеся при перегревании приборов для получения ацетилена, получаются вероятно благодаря действию случайных продуктов разложения ацетилена^{10a}. См. раздел «Комбинированные отравления»; там же и о тяжелых отравлениях, вызываемых веществами, служащими для очистки ацетилена.

Явления отравления.

1. У животных. Мыш. 45 объемн. %, или примерно 480 мг/л; минимальная концентрация, вызывающая состояние оглушения; боко-

вое положение спустя 4 часа. 60—65 объемн. %, или приблизительно 640—690 мг/л, вызывают наркоз через несколько минут¹⁵.

Крысы: 78 объемн. %, или примерно 830 мг/л, вызывают наркоз через 15 мин.; 90 объемн. %, или примерно 955 мг/л вызывают остановку дыхания спустя 2 часа⁹.

Кролики: 55 объемн. %, или примерно 585 мг/л, с кислородом еще не вызывают наркоза. При 78 объемн. %, или примерно 830 мг/л, с 22% кислорода — наступают симптомы удушья¹².

У кошек лишь после длительного, продолжавшегося в течение многих часов действия 20%-ной концентрации ацетилена в воздухе, соответствующей примерно 213 мг/л, отмечены сонливость, рвота, одышка и под конец полный паралич и смерть.

Неочищенный ацетилен в опытах обнаруживал в значительной степени такое же действие как и очищенный¹⁰.

2. У человека. Отравления, которые можно было бы с уверенностью приписать действию одного лишь ацетилена, едва ли известны.

Николь⁸ сообщает о двух солдатах, у которых, благодаря вдыханию в убежище ацетилена, появилось состояние возбужденного опьянения, затем кома, цианоз, неподвижность зрачков, пульс был мал и неправилен; после пробуждения отсутствовала память о происшедшем. Однако все симптомы быстро исчезли.

Действие различных концентраций ацетилена²

Действие	мг/л (приблизит.)	Частей на миллион (см ³ /л ¹⁰)
Смерть после вдыхания в течение 5—10 мин.	530	500 000
Опасно при вдыхании в течение 1/2—1 часа	265	250 000
Переносимо при вдыхании в течение 1/2—1 часа	106	100 000

В последнее время ацетилен часто стали рекомендовать для наркоза³. Для этого применяют вдыхание смеси 60% химически чистого ацетилена («нарцилена») и 40% кислорода в количестве 6 л в минуту, пользуясь особым аппаратом. Наркоз наступает быстро. После этого уменьшают количество вдыхаемой газовой смеси до 2 л в минуту. Пробуждение наступает также быстро. Дыхание и кровообращение не нарушаются. Последствие большей частью отсутствует или очень непродолжительно (тошнота, рвота, головная боль). В одном случае во время наркоза наступила смерть вследствие сердечной слабости¹². Отрицательной стороной метода является отсутствие полного расслабления мышц, что препятствует производству брюшных операций; по Гильдебрандту и сотрудникам⁴ ацетилен перемещает массу крови из области внутренних органов в мышцы и кожу. Иногда запах ацетилена вызывает неприятное ощущение.

Опасность, вызываемая сильной взрывчатостью смеси ацетилена с кислородом, может быть устранена при применении аппаратуры, предложенной Книппингом⁶.

Профилактика. Ниже приведен ряд указаний, касающихся производства и пользования ацетиленом, взятых из правил, изданных НКТ СССР.

Извлечение из Правил устройства, обслуживания и установки ацетиленовых аппаратов и хранения карбида кальция (Обяз. пост. НКТ СССР 5/III 1932 г., № 57)

1. Аппараты для получения ацетилена должны быть прочной конструкции, газонепроницаемы и иметь такое устройство, чтобы давление ацетиленового газа в них не могло превышать 1 кг/см^2 (1 ат по манометру).

9а. Перед открыванием загрузочного люка необходимо выпустить газ; выпуск газа в рабочее помещение воспрещается; крышка люка должна открываться при отсутствии давления в генераторе, в чем необходимо убедиться по манометру с мелкой шкалой.

12. Каждый ацетиленовый аппарат должен иметь промыватель газа для удаления примеси сероводорода, пыли и т. п.

Промыватель может быть установлен самостоятельно от генератора, а также входить и в конструкцию самого аппарата.

13. Ацетиленовые генераторы должны быть снабжены химическими очистителями достаточной емкости для удаления газообразных примесей, нерастворимых в воде (фосфористый водород и сероводород).

Применимая в очистителе масса не должна выделять никаких веществ, которые, будучи увлечены ацетиленовым газом, могли бы разрушительно действовать на металлические части установки или трубопровода, и не должна давать взрывчатых соединений ни с ацетиленом, ни со смесью его с воздухом.

Воспрещается пользоваться в качестве очистительной массы кирпичом, опилками, хлорной и гашеной известью и торфом.

15—16. Запрещается устанавливать аппараты для получения ацетилена в жилых и рабочих помещениях и под ними. Помещения для ацетиленовых аппаратов (аппаратные помещения) должны быть из негорючего материала, с негорючей легкой кровлей и должны быть отделены брандмауэрами от смежных с ними помещений (жилых, рабочих складов и т. д.).

(Марфенин и др., 1935 г., стр. 119—124).

Извлечение из Правил безопасности при производстве автогенных работ с применением электродуговой и ацетилено-кислородной сварки (пост. НКТ СССР 9/V 1933 г. № 53)

4, 8, 9. В местах производства сварочных работ должна устраиваться вентиляция, гарантирующая отвод вредных газов, получающихся при сварке. Воспрещается производство сварочных работ на изделиях, находящихся под давлением. Воспрещается прокладка токоведущих сварочных проводов совместно с газосварочными шлангами или трубопроводами.

10. Всякого рода сварочные работы воспрещаются вблизи легко воспламеняющихся или огнеопасных материалов. Минимальное допустимое расстояние должно равняться 5 м.

11. Воспрещается хранить в сварочном помещении легко воспламеняющиеся материалы, как то: керосин, бензин, паклю и т. д.

12. При ремонте тары из-под различных легко воспламеняющихся материалов необходимо применять меры предосторожности, как то: предварительную промывку горячей водой, паром, нашатырным спиртом, каустической солью и т. п., подварку сосудов производить при открытых пробках.

13. Категорически воспрещаются сварочные работы в незащищенных судах, перевозящих жидкие горючие материалы.

14. При производстве сварки и резки на ремонтирующихся судах в местах, расположенных вблизи деревянных обшивок, в обязательном порядке должны быть приняты соответствующие противопожарные мероприятия.

15. Высота ступеней при новом судостроении с применением сварки должна быть не менее 1 м.

16. В дождливую погоду сварочные работы вне помещения без устройства навеса не разрешаются.

17. Открытие сварочных мастерских в порядке преднадзора согласовывается с органами НКТ.

18. К сварочным работам допускаются сварщики, выдержавшие соответствующие испытания согласно обязательному постановлению НКТ СССР 19/IX 1932 г., № 174 (ИНКТ, 1932, № 30).

19. Сварщик снабжается спецодеждой по нормам, утвержденным НКТ СССР.

20. Технической инспекцией НКТ предоставляется право проверки степени квалификации сварщиков.

47. Воспрещается чистить, разбирать и собирать переносный генератор непосредственно в помещениях мастерских.

48. При пропусках генератором газа искать место выхода последнего разрешается только при помощи мыльной воды, ни в коем случае не допуская поисков утечек посредством огня.

53. В случае обнаружения в газогенераторе утечек газа и при необходимости ремонта генератора его работа должна быть приостановлена, помещение тщательно проветрено, газ спущен на воздух, шахта тщательно очищена от карбида и ила, вода спущена, генератор разобран и его части промыты водой, после чего допускается производство ремонта.

54. Если будет обнаружена утечка газа в трубопроводе, то работа генератора должна быть приостановлена, трубопровод отключен от генератора, место утечки газа определено мыльной водой, после чего из трубопровода газ удален наружу. После исправления места пропуска газа трубопровод снова пускается в работу.

66. Баллоны с газом, являющиеся запасом и не используемые при данной работе, должны находиться в особом складе, приспособленном только для хранения баллонов.

67. Воспрещается транспортировать баллоны без предохранительных заглушек на штуцерах вентилей и без общих колпаков на баллонах, предохраняющих весь вентиль.

(Марфенин и др., 1935 г., стр. 124—129).

Временные правила устройства, содержания и свидетельствования баллонов для сжатых, сгущенных и растворенных газов (утв. НКТ СССР 20/VII 1933 г.) предусматривают в отношении баллонов с ацетиленом следующие указания.

... Все баллоны для ацетилена должны быть сплошь равномерно заполнены по всему баллону специальной пористой массой и дозированы ацетоном.

Приготавливаемая для баллона масса даже при 50° Ц не должна оказывать окисляющего действия на материал баллона, не должна давать с ацетоном и с ацетиленом химических соединений, при встряхивании и ударах пористая масса не должна давать усадки.

Пористая масса должна гарантировать ацетиленовый баллон от взрыва в случаях обратного удара и проплавления стенок баллона.

(Марфенин и др., 1935 г., стр. 117—118).

Индикация. Встряхивание со свежеприготовленным по возможности раствором 1 г сернокислой меди, 4 см³ 20%-ного раствора аммиака и 3 г хлоргидрата гидроксиламина: в присутствии ацетилена появляется розовое окрашивание или красный осадок. Чувствительность 0,00025%⁵.

Восстановление содержащего желатину и спирт раствора хлористой меди до получения коллоидальной меди после предварительного удаления сероводорода, кислорода и углекислоты с помощью щелочного раствора пирогаллола. Чувствительность — 0,03 мг¹⁴.

Лучше всего абсорбцией щелочным раствором цианистой ртути¹³.

Литература

1. Floret, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 3 (1926).
2. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 38, 65 (1928).
3. Gauss u. Wieland, Klin. Wschr. 1923, 113.
4. Hildebrandt, Böllert u. Eichler, Klin. Wschr. 1926, 1756.
5. Hosvay, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 92, 2697 (1899).
6. Knipping, Ztschr. f. physiol. Ch. 141, 11 (1924).
7. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 97 (1928).
8. Nicol, Münch. med. Wchschr. 1916, 193.
9. Riggs, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 22, 269 (1925).
10. Rosemann, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 36, 179 (1895).
- 10a. Sauerbrei, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 6, 80 (1929).
11. Schön, Ztschr. f. physiol. Ch. 127, 243 (1923).
12. Seifert, Münch. med. Wchschr. 1926, 559.
13. Treadwell u. Tauber, Helv. chim. Acta 2, 601 (1909). Ср. также Wienecke, Wirth u. Kirchner, Schmerz, Narkose, Anästhesie 1, № 1 (1907).

14. Weaver, Chem. Zentralblatt 1916, II, 603.
 15. Wieland, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 92, 96 (1922).

Дополнительная литература

- Jakobi, Acute gewerbli. Azetylenvergift.—Sammlung von Vergiftungsfällen № 5 (1934).
 Марфеинн и др., Техника безопасности и производственная санитария, стр. 117—129 (1935).
 Сергеев, Ацетилен, Техн. энцикл. 1, 811 (1929).
 Гродзовский, Анализ воздуха в пром. предприятиях, Соцгиз (1931).

Гомологи ацетилена

Аллилен, метилацетилен $\text{CH}_3 \cdot \text{C} \equiv \text{CH}$; мол. в. 40,03; темп. кип. $-27,5^\circ$ и кротонилен $\text{CH}_3 \cdot \text{C} \equiv \text{C} \cdot \text{CH}_3$; мол. в. 54,05; темп. кип. 29° .

Аллилен в концентрации 5 объемн. %, что соответствует примерно 82 мг/л, а кротонилен в концентрации 15 объемн. % или примерно 330 мг/л вызывают у белых мышей при экспозиции в 2 часа смерть от остановки дыхания. Оба вещества оказывают сильное раздражающее и очень слабое наркотическое действие на нервную систему.

Что касается изопропилацетилена (3-метил-а-бутин) см. таблицу в разделе олефинов.

Литература

- Riggs, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med., 22, 269 (1925).

Нафтенны (циклопарафины и циклоолефины)

Алициклические* углеводороды встречаются в нефти. По своему действию они занимают среднее место между ароматическими и алифатическими углеводородами; циклоолефины несколько сильнее действуют, чем циклопарафины.

Литература

- Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., 143, 222 (1929).
 Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, часть I, Химтехиздат (1933).

Циклопропан (триметилен)

Формула: $\text{H}_2\text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \triangle \\ \text{CH}_2 \end{array}$ Мол. в.: 42,05

Встречается в нефти.

Получение. Из бромистого триметилена путем нагревания его при температуре в $50-60^\circ$ совместно с 75%-ным этиловым спиртом и цинковой пылью.

Свойства. Газ легко растворим в жирах; трудно растворим в воде; при обычной температуре и при давлении в 5—6 ат превращается в жидкость. 1 л весит 1,75 г.

Общий характер токсического действия. При вдыхании действует наркотически.

Явления отравления. Концентрация в 11 объемн. %, или примерно 185 мг/л, вызывает у кошек полный наркоз; кровяное давление и дыхание не изменяются; при концентрации 25—30 объемн. %, или примерно 430—510 мг/л, наступает смерть при падении кровяного давления.

Литература

- Lucas a. Henderson, Amer. Journ. Physiol., 90, 435 (1929).

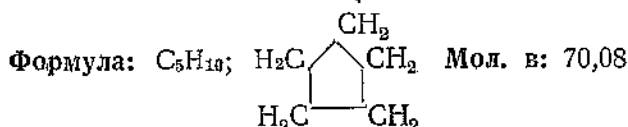
* В оригинале эти соединения ошибочно названы «алифатическими». Ред.

Дополнительная литература

Arch. internat. de pharmacodynamie 37, 155 (1930).

Циклопентан (пентаметилен) и его гомологи
Встречаются в кавказской и американской нефти.

Циклопентан



Свойства. Жидкость; темп. кип. $49,5^\circ$; уд. в. 0,754. Вес литра пара 2,91 г.

Метилциклопентан

Формула: $C_5H_9CH_3$. Мол. в.: 84,10

Свойства. Жидкость с запахом, напоминающим бензин; темп. кип. 73° , уд. в. 0,750. Вес литра пара 3,49 г.

Этилциклопентан

Формула: $C_5H_9C_2H_5$. Мол. в.: 98,11.

Свойства. Жидкость; темп. кип. 103° . Вес литра пара 4,08 г.

Пропилциклопентан

Формула: $C_5H_9C_3H_7$. Мол. в.: 112,12

Свойства. Жидкость; темп. кип. $129,5-130^\circ$. Вес литра пара 4,66 г.

Общий характер токсического действия. Циклопентан и его гомологи по их наркотическому действию приближаются к нормальным парафиновым углеводородам с тем же содержанием углерода; по своему действию на дыхательный центр они занимают промежуточное положение между парафиновыми углеводородами и циклогексаном с его гомологами, т. е. действуют несколько сильнее первых.

Явления отравления. После вдыхания циклопентана у белых мышей быстро наступает оглушение и боковое положение, потеря рефлексов и смерть от паралича дыхания. При метилциклопентане резче выступает судорожное действие, которое может иногда привести к внезапной смерти, но в большинстве случаев оно проходит. Этилциклопентан действует подобным же образом; смерть наступает при явлениях судорог до наступления наркоза. При пропилциклопентане, в общем аналогично действующем, внезапная смерть не наблюдалась.

Токсичность паров циклопентана и его гомологов (минимальные концентрации)

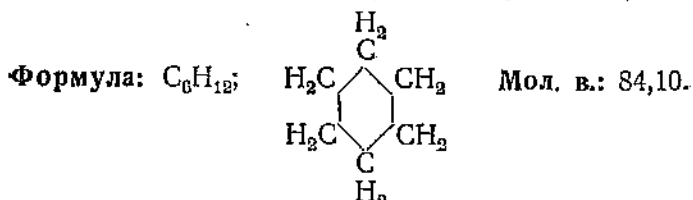
Опытные животные: белые мыши. Экспозиция: 2 часа

Вещество	Молекулярный вес	Боковое положение			Потеря рефлексов		Смерть			
		мол/л	мг/л	Частей пара на 1 млн. (см ³ /л ³) (прибл.)	мол/л	мг/л	Частей пара на 1 млн. (см ³ /л ³) (прибл.)	мол/л	мг/л	Частей пара на 1 миллион (см ³ /л ³) (приблизит.)
Циклопентан	70,08	0,00152	110	38 000	0,00152	110	38 000	0,00152	110	38 000
Метилциклопентан . .	84,10	0,00143	120	35 000	0,00143	120	35 000	0,00128	95—120	28 000—35 000
Этилциклопентан . . .	98,11	0,00041	40	10 000	не установ.		0,00046	45		11 000
Пропилциклопентан .	112,12	0,00028	30	6 500	0,00031	35	7 500	0,00045	50	11 000

Литература

Лазарев и Кремьева, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmac., 149, 117 (1930).

Циклогексан (гексаметилен, гексагидробензол) и его гомологи



Нахождение. Встречается в нефти разных месторождений.

Получение. Путем каталитического восстановления бензола.

Свойства. Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим бензол. Темп. плавления $6,5^\circ$; темп. кип. $81,4^\circ$; уд. в. 0,779. Вес литра пара 3,49 г. Применяется в качестве горючего для двигателей и как растворитель.

Общий характер токсического действия. Действует исключительно парализующим образом на центральную систему; характерное для бензола действие на периферические нервы, кровь, сосуды и мышцы у него отсутствует.

Явления отравления. У теплокровных быстро наступает наркоз без клонических судорог и сильного дрожания; кровяное давление падает, сердце в общем меньше поражается, чем дыхание. Литературные данные² о том, что циклогексан токсичнее бензола, неверны. По неопубликованным собственным опытам циклогексан для животных примерно в 2 раза менее токсичен, чем бензол. См. следующую таблицу, а также таблицу на стр. 374.

Действие циклогексана на животных

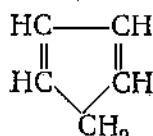
мг/л (прибл- знт.)	Частей на миллион (см ³ /м ³)	Мыши	Морские свинки	Кролики	Кошки
32,0	9 300	Через 9 мин. легкая дрожь; через 20 мин. потеря равновесия; через 30 мин. легкое опьян.; хвост в виде буквы S.	Вначале бес- покойство, в остальном без видимых изменений.	Вначале бес- покойство; в остальном без видимых изменений.	Через 3—9 мин. легкое пошатывание; через 14 мин. состояние опьянения; через 30 мин. прогрессирующая слабость.
62,5	18 000	Через 5 мин. легкая дрожь; через 15 мин. потеря равновесия; через 25 мин. боковое положение или начинающийся паралич.	Только легкая дрожь.	Через 6 мин. пошатывание; через 15 мин. потеря равновесия; через 30 мин. непродолжительное боковое положение, начинающийся паралич.	Через 3 мин. легкое слюнотечение; через 5—6 мин. состояние опьянения; через 11 мин. потеря равновесия; через 18—25 мин. полное боковое положение.

Через короткое время все животные выздоровели.

Литература

1. Назарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., 143, 223 (1929).
2. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 377 (1928).
3. Sato, Jap. Journ. med. Sci., Trans. Pharmacol., 3, № 1 (1928).

Циклопентадиен

Формула: C_5H_6 ;

Мол. в.: 66,05.

Нахождение. Встречается в первых фракциях сырого бензола, а также и в светильном газе.

Получение. При фракционной перегонке сырого бензола.

Свойства. Жидкость с характерным одурманивающим запахом; темп. кип. $42,5^\circ$, уд. в. 0,805. Вес литра пара 2,74 г. Не растворим в воде, легко растворим в органических растворителях. В мономолекулярном состоянии непрочен, быстро переходит в бимолекулярную форму; из этой же последней формы при нагревании снова легко переходит в мономолекулярную форму.

Общий характер токсического действия. Обладает наркотическим и местно раздражающим действием на слизистые оболочки и на открытую поверхность кожи.

Явления отравления

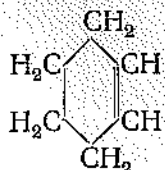
1. У животных. Кролики (концентрация при вдыхании не определялась). Через 10 мин. боковое положение; рефлексы почти полностью отсутствуют. Дыхание ослаблено; сердцебиение учащено; по временам сильные общие судороги. Пробуждение наступает очень медленно; через $\frac{1}{2}$ часа после экспозиции у животных снова постепенно восстанавливается подвижность и только через 18 час. они приходят в нормальное состояние¹.

2. У человека. Циклопентадиен, встречающийся в виде примеси к сырому бензолу и более легким его фракциям, вызывает резкое раздражение слизистых оболочек и открытых поверхностей кожи².

Литература

1. Elfstrand, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., 42, 435 (1900).
2. Koelsch u Ullmann-Oppenheim-Rille, Schädigungen der Haut, Bd. 2, S. 312.

Циклогексен (тетрагидробензол)

Формула: C_6H_{10} ;

Мол. в.: 82,08.

Получение. Из циклогексанола путем нагревания его с веществами, вызывающими отщепление воды.

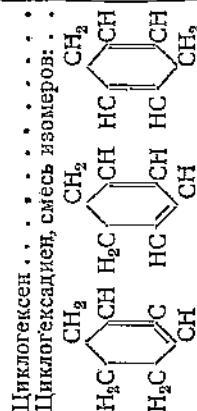
Свойства. Жидкость; темп. кип. $82-84^\circ$; уд. в. 0,810.

Действие циклогексана и его гомологов 1
Опытные животные: белые мыши. Экспозиция: 2 часа

Вещество	Мол. в.	Формула	Темп. кип. в °C	Боковое положение при минимальной концентрации			Потеря рефлексов при минимальн. концентрац.			Смерть при минимальной концентрации		
				мол./л	мг./л	Частей пара на миллион (с.м³/м³) (приблизит.)	мол./л	мг./л	Частей пара на миллион (с.м³/м³) (приблизит.)	мол./л	мг./л	Частей пара на миллион (с.м³/м³) (приблизит.)
Циклогексан	84,10	C_6H_{12}	81,4	0,00059	50	15 000	0,00013	15	3 300	0,00077	60—70	17 000—20 000
Метилциклогексан	98,11	$CH_3C_6H_{11}$	100,8	0,00036	30—40	7 500—10 000	0,00013	15	3 300	0,00046	40—50	10 000—12 500
Диметилциклогексан (смесь изомеров)	112,12	$(CH_3)_2 \cdot C_6H_{10}$	120,5—129,4	0,00020	20—25	4 400—5 500	0,00013	15	3 300	0,00025	25—30	5 500—6 500
Этилциклогексан	112,12	$C_2H_5 \cdot C_6H_{11}$	128,0	0,00013	15	3 300	0,00013	15	3 300	0,00031	35	7 500

Действие циклогексена и его гомологов 1
Опытные животные: белые мыши. Экспозиция: 2 часа

Вещество	Мол. в.	Темп. кип.	Боковое положение при минимальной концентрации			Потеря рефлексов			Смерть при минимальной концентрации		
			мол./л	мг./л	Частей пара на миллион (с.м³/м³) (приблизит.)	мол./л	мг./л	Частей пара на миллион (с.м³/м³) (приблизит.)	мол./л	мг./л	Частей пара на миллион (с.м³/м³) (приблизит.)
Циклогексен	82,08	83,0	0,00037	30	9 000	0,00058	45—50	13 000—15 000	0,00058	45—50	13 000—15 000
Циклогексатен, смесь изомеров:	80,06	78,5—85,5	0,00031	25	7 700	0,00056	45	14 000	0,00056	45	14 000



Общий характер токсического действия. Такой же, как и у циклогексана (см. выше), но могут также наступить клонические судороги; дрожь, наблюдаемая при отравлении бензолом, здесь отсутствует.

Возможности отравления. При применении его в качестве растворителя.

Литература

1. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 143, 223 (1929).
2. Pohl, Zentralblatt Gewerbehyg., N F., 2, 92 (1925).
3. Sato, Jap. Journ. med. Sci., Trans. Pharmacol., 3, № 1 (1928).

Ароматические углеводороды

Углеводороды бензольного ряда обычно получают при коксовании угля, являясь тем самым побочными продуктами газовой и коксовой промышленности.

Фракции, получаемые при перегонке каменноугольного дегтя

Название	Главные составные части	- Свойства
1. Легкое масло* до 170°	Бензол, ксилол, толуол, пиридин и тиофен	Достаточно летуче для того, чтобы при обычной температуре вызывать отравление при вдыхании паров. При вторичной дистилляции дает 90% бензола и сольвент-нафты
2. Среднее масло* 200—230°	Нафталин и фенол	Недостаточно летучи для того, чтобы при вдыхании их паров при обычной температуре вызвать отравление
3. Тяжелое масло 230—270°	Нафталин, фенол, крезол и антрацен (так называемое креозотовое масло)	
4. Антраценовое масло 270—350°	Антрацен, фенантрен и твердые на холоду углеводороды	
5. Пек в остатке		

* Легкое и среднее масла получают большей частью в виде одной фракции — легко-среднего масла (до 230°). *Ред.*

Бензол, толуол, ксилол и гомологи *

Химические данные. Легкое масло, являющееся первой фракцией при перегонке, распадается в свою очередь на фракции, кипящие при 80—110°, 110—140° и 140—170°. Эти фракции состоят преимущественно из углеводородов, но содержат также наряду с другими составными частями и основания, вроде пиридина, и кислореагирующие вещества, как фенол. Эти основные и кислые вещества удаётся отмыть серной кислотой, а затем щелочью; в дальнейшем их можно получить из промывной жидкости. Сырой бензол содержит значительные количества сероуглерода. В первом погоне находится около 15% сероуглерода. Фракция легкого масла, получаемая при 80—110°, состоит преимущественно из бензола и толуола и известна в продаже под названием «90%-ного бензола». Торговое обозначение («90%-ный бензол») указывает на выраженное в процентах количество продукта, перегоняющегося при температуре ниже 100°. Она содержит между прочим также до 0,6% сероуглерода и весьма небольшие количества довольно ядовитого и сильно раздражающего циклопентадиена (см. выше). Фракция, получаемая при темп. кип. 110—140°, содержит в большей своей части бензол и толуол, но уже в других количественных отношениях; кроме того она содержит еще ксилол. Последняя фракция, получаемая при темп. кип. 140—170°, состоит из ксилола и высших гомологов, наряду с углеводородами неизвестного состава; она известна под названием сольвента.

При дальнейшей очистке 90%-ного бензола получается чистый бензол. Даже высокоочищенный бензол содержит постоянно еще следы толуола, парафина и сероуглерода (0,1—0,2%), наряду с другими примесями, включая и содержащие серу тиофены (примерно 0,15%). Эти последние по их физическим и химическим свойствам очень напоминают бензол и очень трудно отделяются (см. «Тиофены»).

В технике под названием «бензол» известен не только чистый или приблизительно чистый препарат, но и все смеси жидких ароматических углеводородов, темп. кип. которых ниже 200°.

Кроме чистых бензола, толуола и ксилола (см. ниже) имеются еще следующие продукты:

Чистый бензол C_6H_6 ; мол. в. 78,05; бесцветная, сильно преломляющая свет жидкость со своеобразным запахом и жгучим вкусом; темп. кип. 80,18°; уд. в. при 15° 0,8786. Вес литра пара 3,25 г. На холоду застывает. Темп. замерзания 5,4°; точка воспламенения —8°. Чистый бензол образует с воздухом сильно взрывчатые смеси. Согласно ОСТ 463: уд. в. при 15° 0,880—0,885; пределы кипения 78,5—80,6°; в пределах 1° должно перегоняться не менее 95 объемных %.

Чистый толуол $C_6H_5 \cdot CH_3$; мол. в. 92,06. Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим бензол, но более острым. Темп. кип. 109,86°. Вес литра пара 3,84 г. Уд. в. при 15° 0,8723. Замерзает на сильном холоду, но уже при температуре —97 до —99° плавится. Точка воспламенения 7°. Согласно ОСТ 464: уд. в. при 15° 0,870 ± 0,002; пределы кипения 109—111°; в пределах 1° должно перегоняться не менее 95 объемных %.

* О нефтяных бензоле, толуоле и ксилоле см. в разделе «Нефть и ее производные».

Чистый ксилол $C_8H_{10}(CH_3)_2$; мол. в. 106,08. Смесь из 60% мета- и примерно по 10—25% орто- и параксилола; содержит кроме того немного тиоксена (диметилтиофена), а также и небольшие количества этилбензола, триметилбензола и парафина. Бесцветная жидкость. Темп. кип. 136—140,5°; уд. в. при 20° 0,861—0,879. Вес литра пара 4,41 г. Точка воспламенения 23°. Согласно ОСТ 465: уд. в. при 15° 0,867 ± 0,002; пределы кипения 136,5—141,5°; в пределах 4,5° должно перегоняться не менее 95% объема.

«Ксилол», применяемый в качестве растворителя красок при глубоком печатании (тифдрук), представляет собою большей частью смесь из ксилола и толуола, а иногда и бензола и парафиновых углеводородов. Под названием «ксилол» иногда продается и чистый толуол¹².

Возможности отравления. При получении (например вследствие недостаточного охлаждения, неплотно пригнанных кранов и т. д.; при очистке перегонных аппаратов, резервуаров, котлов и т. д.; при исправлении шлангов для пара).

При применении. В анилокрасочной промышленности; в качестве растворителя, в особенности при производстве быстро сохнущих красок, красок, служащих для предохранения от ржавчины, средств для предохранения от накали; в качестве горючего для моторов, в качестве карбонизирующего средства; при вулканизации каучука, в качестве растворителя и т. п.; в качестве средства от пятен.

Повышенная температура (летняя жара, теплый комнатный воздух, плохо охлажденная аппаратура) способствует испарению бензола и тем самым создается возможность отравления. Иногда несколько вдохов могут уже вызвать отравление.

Общий характер токсического действия. При остром отравлении все эти углеводороды являются нервными ядами с преимущественным наркотическим действием, при хроническом — кровяными и сосудистыми ядами.

В острых случаях углеводороды бензольного ряда действуют на центральную нервную систему немногим лишь сильнее, чем углеводороды жирного ряда. Поэтому и симптомы при остром отравлении у них весьма похожи (ср. кривые при «бензине»).

Наоборот, действие бензольных углеводородов в отдаленном периоде и при хронических отравлениях совершенно иное. Длительное

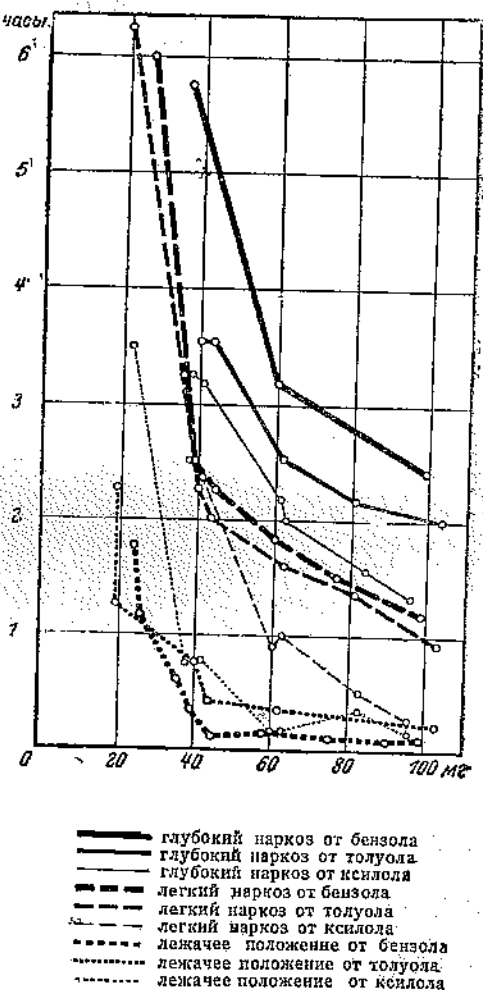


Рис. 27. Действие на кошек бензола, толуола и ксилола по Леману

воздействие на дыхательные пути даже малых количеств бензола и его гомологов приводит к подострому и хроническому отравлению главным образом кроветворной системы. При таком же действии углеводородов керосина это не отмечается. При хроническом отравлении бензолом различают 3 вида действия на кровь: падение количества эритроцитов и в результате — анемия; уменьшение свертываемости крови и в результате — кровоизлияния; уменьшение количества лейкоцитов и противобактериальных защитных веществ, а отсюда более легкая восприимчивость организма к инфекциям.

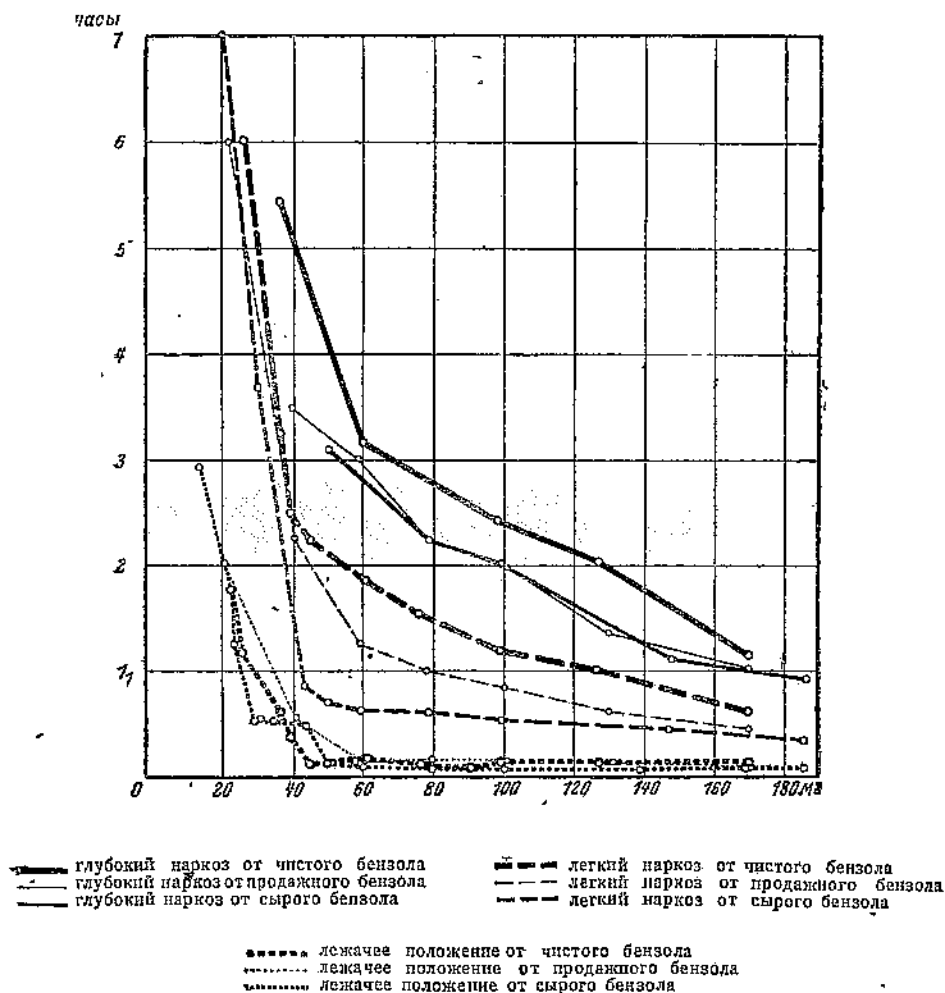


Рис. 28. Действие на кошек чистого бензола, продажного бензола и сырого бензола (по Леману)

Литературные данные о сравнительной токсичности бензола, толуола и ксилола противоречивы.

Некоторые авторы (например Коберт, Уинслоу³⁰, Поль и др.) стоят на той точке зрения, что толуол и ксилол, обладая меньшей летучестью, менее ядовиты, чем бензол, в особенности при встречающихся на практике концентрациях. Другие авторы на этот счет держатся противоположного взгляда. По Леману¹⁴ толуол примерно на $\frac{2}{5}$ токсичнее бензола. Иначе говоря, наркоз при толуоле

наступает в течение $\frac{3}{5}$ того времени, при котором при той же концентрации наступает наркоз от бензола. Толуол также вызывает меньше судорожных явлений, но местное раздражающее действие его сильнее; выздоровление при нем наступает медленнее. Ксилол примерно на $\frac{1}{5}$ токсичнее бензола, т. е. наркоз при той же концентрации наступает при ксилоле в $\frac{4}{5}$ того времени, что при бензоле; в остальном он действует так же, как и толуол.

Остальные вопросы сравнительной токсичности этих трех веществ ясны из рис. 27 (стр. 377).

Значительной разницы в токсичности между этими тремя веществами практически нет. Теоретически, правда, следовало бы ожидать, что токсичность этих трех гомологов будет нарастать соответственно их молекулярному весу, бензол же должен был бы оказаться самым слабым, а ксилол самым сильным по токсичности. Но так как с увеличением молекулярного веса падает растворимость указанных веществ (в крови), то тем самым возможное нарастание токсичности сглаживается и поэтому практически пары этих веществ одинаково токсичны.

Все же на основании практического опыта считают например сольвент-нафту менее токсичной, а сырой бензол более токсичным, чем чистый бензол. Сырой бензол из-за его относительно высокого содержания сероуглерода значительно токсичнее, но наркотическое его действие вряд ли сильнее, чем у бензола^{14; 23; 31}.

В противоположность старым исследованиям^{15, 14} чистый бензол как будто токсичнее продажного бензола потому, что он более летуч и легче последнего²⁰ (см. рис. 28).

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Отравление главным образом выражается в нервных явлениях: судороги мышц, параличи, наркоз.

Мыши. По Фюнеру⁷ при концентрации 15 мг/л бензола, что соответствует 4500 частям пара на миллион, у животных наступал общий тремор, длившийся много часов; хвост был неподвижно выгнут кверху (судорожное состояние мускулатуры). При более высоких концентрациях наступали оглушение и смерть от паралича дыхания; рефлексы незадолго до смерти еще сохранены. В прилагаемых таблицах приведены более подробные данные

Токсичность паров бензола для мышей

а) По Фюнеру⁷

мг/л	Частей пара на миллион (см³/м³) (приблизит.)	Экспозиция в минутах	Время наступления		Дальнейшее состояние
			бокового положения	потери рефлексов	
7	2200	62	—	—	не действует выздоровление
23	7300	180	12	—	
38	12000	13	8	—	смерть " через 38 мин.
		38	10	33	
		295	9	250	
77	24500	50	10	40		" " 295 "
				" " 50 "	

b) По собственным неопубликованным данным (статическая затравка)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция в минутах	Характер действия
16	5 100	30	через 5 мин. — характерное S-образное положение хвоста, в остальном без видимых изменений
26,5	8 500	30	через 3 мин. — дрожь; через 22 мин. — атаксия; через 30 мин. — начинающийся паралич; выздоровление
35	11 000	30	через 2 мин. — дрожь; после 8—15 мин. атаксия, через 30 мин. — начинающийся паралич; выздоровление

По Мейеру и Гопфу¹⁰ наркоз у мышей наступает уже при концентрации 0,44%, или 4400 частей пара на миллион, или примерно 15 мг/л.

Лазарев¹¹ различает 2 группы ароматических углеводов по действию их на мышей. Одна меньшая группа охватывает бензол и те его гомологи, у которых две алкильные группы стоят в паре-положении. Для них характерна уже изложенная выше непрерывная дрожь всего тела и своеобразное S-образное положение хвоста. Дрожь постепенно переходит в единичные сильные подергивания, наступает оглушение и наконец смерть от паралича дыхания; рефлексы сохраняются еще за 1 мин. до смерти. Бензол, *p*-ксилол и *p*-метил-этилбензол количественно действует так же, как бензол; *p*-метил-пропилбензол, *p*-метилизопропилбензол (цимол) и *p*-диэтилбензол вызывают более слабую дрожь.

При действии другой, большей группы исследованных углеводов у мышей отмечается лишь нарастающая слабость, за ней наступает общее состояние оглушения, затем клонические судороги и смерть от паралича дыхания; рефлексы почти до самой смерти сохраняются. Заслуживает внимания расширение периферических сосудов, выражающееся в покраснении ушей, носа, лап и хвоста. Более подробные данные приведены в таблице на стр. 381.

Для крыс бензол в общем так же токсичен, как и для мышей⁷.
Морские свинки:

Действие чистого бензола на морских свинок при ингаляции

(Статическая затравка; по собственным неопубликованным данным)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция в мин.	Характер действия
16	5 100	30	через 12 мин. — дрожь; кроме нее никакого заметного действия
26,5	8 500	30	через 10 мин. — дрожь; спустя 12 мин. нарастающая атаксия; выздоровление
35	11 000	30	через 8 мин. — дрожь; спустя 13 мин. атаксия; спустя 28 мин. — начинающийся паралич; выздоровление

Токсичность разных ароматических углеводородов для мышей

Наименование	Формула	Мол. в.	Темп. кип. в °C	В течение 2 часов наступает						смерть	
				боковое положение		потеря рефлексов					
				Мол/л	мг/л	Частей пара на миллион (см³/м³) (прибл.)	Мол/л	мг/л	Частей пара на миллион (см³/м³) (прибл.)	Мол/л	мг/л
Бензол	C ₆ H ₆	78,05	79,6	0,00019	15	4700	—	—	0,00058	45	14100
Толуол	CH ₃ · C ₆ H ₅	92,06	110,5	0,00012	10—12	2700—3200	—	—	0,00035	30—35	8000—9400
Этилбензол . .	CH ₃ · CH ₂ · C ₆ H ₅	106,08	136,5	0,00014	15	3450	—	—	0,00042	45	10350
o-Ксилол	(CH ₃) ₂ · C ₆ H ₄	106,08	144,0	0,00016	15—20	3450—4600	—	—	0,00022	30	7000
m-Ксилол	(CH ₃) ₂ · C ₆ H ₄	106,08	139,0	0,00010	10—15	2300—3450	0,00014	15	0,00047	50	11500
p-Ксилол	(CH ₃) ₂ · C ₆ H ₄	106,08	137,7	0,00009	10	2300	—	—	0,00024	15—35	3450—8000
Пропилбензол	CH ₃ · CH ₂ · CH ₂ · C ₆ H ₅	120,09	157,5	0,00010	10—15	2000—3000	0,00013	15	0,00017	20	4000
Изопропилбен- зол (кумол) . .	(CH ₃) ₂ CH · C ₆ H ₅	120,09	153,4	0,00017	20	4000	0,00021	25	не установлены		
p-Метилэтил- бензол	CH ₃ · C ₆ H ₄ · CH ₂ · CH ₃	120,09	162,0	0,00013	15	3000	—	—			
1, 2, 4-триме- тилбензол (псевдокумол)	(CH ₃) ₃ · C ₆ H ₃	120,09	169,8	0,00033	40	8000	0,00035	40—45	8000—9000	не получена	
1, 3, 5-триме- тилбензол (мезитилеи)	(CH ₃) ₃ · C ₆ H ₃	120,09	164,6	0,00025	25—35	5000—7000	0,00033	35—45	7000—9000		
Бутилбензол . .	CH ₃ · CH ₂ · CH ₂ · CH ₂ · C ₆ H ₅	134,11	180,0	0,00011	15	2750	—	—	—		
p-Дивтилбен- зол	(CH ₃ · CH ₂) ₂ · C ₆ H ₄	134,11	183,0	>0,00022	>30	5500	—	—	—		
p-Метилпро- пилбензол . .	CH ₃ · C ₆ H ₄ · CH ₂ · CH ₂ · CH ₃	134,11	176,0	0,00037	50	9100	—	—	—		

Примечание. Было кроме того еще испытано действие паров аминбензола, p-метилизопротилбензола (цимола) и p-этилпропилбензола; однако низкое давление пара не давало возможности получить даже концентрации, вызывающие боковое положе-
жение животных.

Концентрации паров толуола в 1000 частей на миллион, или 8,5 мг/л, и паров ксилола в 300 частей на миллион, или 1,3 мг/л, для свинок безвредны²⁴.

Кролики значительно устойчивее мышей к бензолу.

Действие чистого бензола на кроликов при ингаляции
а) По Леману¹⁴ (динамическая затравка)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Наступление				Дальнейшее состояние
			судорог через	бокового положения через	легкого наркоза через	глубокого наркоза через	
37	12 000	5 час.	2¼ часа	35 мин.	—	5 час.	медленное выздоровление
46	14 500	3 часа	1 ч. 20 м.	—	—	2 часа	смерть через 3 часа
92	29 000	70 мин.	9 мин.	9 мин.	40 мин.	50 мин.	медленное выздоровление

б) По Рамбузеку²¹ (статическая затравка)

Действующее вещество	Частей жидкости на миллион (см ³ /м ³)	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Характер действия
Чистый бензол . . .	15—16	13—14	4 000	симптомы начального поражения
	56—57	50	16 000	через 1 мин.—дрожь; через 8 мин.—судороги; через 10 мин.—боковое положение; выздоровление
Чистый толуол . . .	46—50	40—43	10 600—11 500	через 15 мин.—состояние опьянения и паралич
	185	160	42 500	через 30 мин.—глубокий наркоз; выздоровление
Чистый ксилол . . .	50	43	10 000	через 40 мин.—наркоз; спустя ½—1 час. возвращение к норме
Сольвент-нафта I . . .	12—13	—	—	в течение долгого времени никакого заметного действия
	54	—	—	через 50 мин. постепенно наступает наркоз
Сольвент-нафта II . .	50	—	—	без заметного действия
Кумол	60—70	53—62	9 500—11 000	

с) По собственным неопубликованным данным (статическая затравка)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /л ³) (приблизит.)	Экспозиция в мин.	Характер действия
16	5 100	30	через 15 мин. — дрожь, легкая атаксия; помимо этого никакого заметного действия
26,5	8 500	30	через 8—9 мин. — дрожь; через 30 мин. — начинающийся паралич; выздоровление
35	11 000	30	через 4—5 мин. — дрожь; через 12 мин. — судороги; через 28 мин. — паралич

Кошки. Вначале — легкое беспокойство, раздражение слизистых оболочек глаз, носа и дыхательных путей (в особенности от сырого бензола, ксилола и толуола). Вскоре наступают признаки действия на центральную нервную систему: головокружение, состояние опьянения; всегда имеются подергивания мышц, часто продолжающиеся в течение многих часов и даже во время глубокого наркоза; время появления подергиваний зависит от концентрации: чем она выше, тем подергивания наступают раньше. Дыхание, вначале учащенное, позже замедляется. Под конец наступает сильное падение температуры. Смерть во время глубокого наркоза вследствие остановки дыхания зачастую наступает через сравнительно очень короткие непропорциональные сроки и при очень низких концентрациях. С другой стороны, и после тяжелого наркоза может уже в ближайшие часы наступить полное выздоровление; только у слабых животных и после вдыхания высоких концентраций остается легкая вялость¹⁴.

Действие чистого бензола на кошек при ингаляции

а) По Леману¹⁴ (динамическая затравка)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /л ³) (приблизит.)	Экспозиция	Наступление				Дальнейшее состояние
			бокового положения через	судорог через	легкого наркоза через	глубокого наркоза через	
26	8 000	6 час.	1 ч. 10 м.	1 ч. 10 м.	6 час.	—	очень быстрое выздоровление
40	12 500	2½ часа	20 мин.	20 мин.	2½ часа	—	постепенное выздоровление
60	19 000	3 часа	9 мин.	9 мин.	1 ч. 50 м.	2 ч. 35 м.	очень медленное выздоровление
100	31 000	2½ часа	5 мин.	5 мин.	1 ч. 10 м.	1 ч. 45 м.	очень медленное выздоровление
170	53 000	70 мин.	5 мин.	5 мин.	35 мин.	50 мин.	смерть через 70 мин.

б) По Рамбузеку²¹ (статическая заправка)

Частей жидкости на миллион (см ³ /м ³)	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Характер действия
30—40	26,5—35	8 300—11 000	через 10 мин. — судороги
50	44	14 000	немедленно появляющееся сильное действие; быстрое выздоровление без всяких последствий

с) По собственным неопубликованным данным (экспозиция 30 мин.; статическая заправка)

мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Характер действия
16	5 100	только дрожь и легкая атаксия
26,5	8 500	через 9 мин. — легкая дрожь; через 30 мин. — атаксия
35	11 000	через 4 мин. — атаксия; через 5 мин. — подергивания; через 11—14 мин. — боковое положение

Сольвент-нафта I действует на кошек так же, как и на кроликов, сольвент-нафта II не вызывает каких-либо тяжелых явлений²¹.

Вдыхание паров толуола действует на кошек в отношении симптомов примерно так же, как и пары бензола²¹. Что касается силы действия, то об этом см. выше.

Собаки. Симптомы весьма похожи на наблюдаемые у кошек; подергивания чаще переходят в типичные судороги. Наркоз наступает при тех же концентрациях, что у кошек. Чувствительность к бензолу по данным Люнга¹⁸ у собак меньше, чем у кошек, а по Рамбузеку²¹, наоборот (см. табл. на стр. 385).

2. У человека^{9; 14; 15; 16}. Кратковременная ингаляция небольших концентраций приводит к быстро наступающему опьянению, сопровождающемуся состоянием эйфории; отравленные поэтому часто не замечают опасности и сопротивляются попыткам удаления их из отравленной атмосферы; но вскоре наступают сонливость и усталость, делающие людей неспособными к бегству; шум в ушах, головокружение, тошнота, рвота, головная боль, неуверенная походка; выдыхаемый воздух пахнет бензолом.

В тяжелых случаях, при длительном воздействии больших концентраций, наступают подергивания, которые могут перейти в тонические и клонические судороги, затем в паралич с потерей сознания. Зрачки большей частью расширены, не реагируют на свет. Отмечаются также кровоизлияния в сетчатку. Вначале учащенное и поверхностное дыхание делается все замедленное, а тело становится

Действие паров бензола на собак при ингаляции
а) По Люигу ¹⁸

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Наступление			Дальнейшее состояние
		бокового положения через	легкого наркоза через	глубокого наркоза через	
30	9 400	1 ч. 5 м.	2 ч. 44 м.	7 ч. 9 м.	выздоровл. через 2—3 часа
55	17 000	8 мин.	1 ч. 50 м.	3 ч. 10 м.	к вечеру выздоровление
80	25 000	5 мин.	1 ч. 31 м.	2 ч. 13 м.	на следующий день выздоровление
106	33 000	16 мин.	49 мин.	1 ч. 41 м.	к вечеру выздоровление
123	38 500	3 мин.	25 мин.	1 ч. 5 м.	на следующий день выздоровление
146	46 000	8 мин.	20 мин.	30 мин.	смерть через 33 мин.

б) По Рамбузеку ²¹ (статическая заправка)

Действующее вещество	Частей жидкости на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Характер действия
Чистый бензол . . .	24	21	6 600	через 10 мин. — резкие судороги; через 20 мин. судороги еще продолжаются
" "	42	37	12 000	через 20 мин. — внезапная смерть при явлениях тетанических судорог
Чистый толуол . . .	34	30	8 000	через 1/2 часа — глубокий наркоз
Сольвент-нафта I . .	36	—	—	через 1/2 часа — наркоз
Сольвент-нафта II . .	48	—	—	только спустя один час постепенно наступает наркоз

холодным. Кожа бледна; видимые слизистые оболочки анемичны. Пульс малый и частый, кровяное давление понижено. В этой стадии уже отмечаются кровоизлияния в ткани.

В очень тяжелых случаях, при короткой экспозиции, но при очень больших концентрациях, быстро наступает потеря сознания и раньше или позже смерть при явлениях судорог или буйного бреда. Смерть из-за паралича дыхания иногда наступает уже через несколько минут после начала экспозиции, но чаще через несколько дней ¹¹. Цвет лица в таких тяжелых случаях бледнорозовый или

серовато-синий; видимые слизистые оболочки вишнево-красного цвета.

В описанных признаках отравления возможны самые разнообразные переходы. Бывают случаи, когда люди выдерживают такие концентрации, которые обычно смертельны, и, наоборот, вдыхание небольших концентраций при короткой экспозиции может привести к длительно протекающим поражениям.

Наряду с симптомами центрального происхождения могут проявиться также признаки местного раздражения со стороны слизистых оболочек, непосредственно находившихся под действием паров, в особенности сырого бензола; при этом играет роль и действие циклопентадиена и аналогичных ему веществ.

Отмечаются также поверхностные поражения роговицы²⁷. Ле-ман¹⁴ в опыте на самом себе, при пребывании в атмосфере паров 90%-ного продажного бензола в концентрации 10 мг/л, или примерно 3000 частей пара на миллион, отмечает через несколько минут легкое раздражение в области дыхательных путей, ощущение теплоты и першения в дыхательном горле. Появилось чувство равнодушия или легкого оцепенения, которое продолжалось еще в течение $\frac{1}{4}$ часа по выходе из камеры после 20-минутной экспозиции. Запах бензола в выдыхаемом воздухе пропал только через $\frac{3}{4}$ часа. Концентрация 16 мг/л, соответствующая примерно 5000 частям на миллион, вызвала еще более сильные признаки раздражения¹³.

Действие продуктов перегонки каменного угля (бензола, толуола, ксилола, продажного бензола) на человека²⁸

Действие	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)
Наступление легких симптомов после многочасового воздействия	1570—3130
Одночасовое воздействие без серьезных результатов—максимум при	3130—4700
Быстрое наступление смерти даже при непродолжительном воздействии	19 000 .

Действие бензола на человека⁵

Действие	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)
$\frac{1}{2}$ —1-часовое воздействие переносимо	10	3 000
$\frac{1}{2}$ —1-часовое воздействие опасно	24	7 500
5—10-минутное воздействие смертельно	64	20 000

После легких острых отравлений могут наступить последующие болезненные явления: головокружение, тошнота, головная боль, одышка, давление в области сердца, лихорадка.

Левин приводит случай, когда после отравления бензолом сохранился желтый цвет лица, дующие шумы в сердце и общие признаки утомления нервной системы.

Штифлер²⁶ сообщает об одном случае, когда после средней тяжести отравления парами бензола появились через 4 месяца эпилептические припадки, повторявшиеся каждые 4—5 мес. Позже наступили прогрессирующая потеря памяти и притупление умственных способностей.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Крысы. Бэтчлор¹ испытывал токсичность ингаляций бензола, толуола, ксилола и «Hi-flash-parlita» — смеси тетраметилбензолов $[C_6H_2(CH_3)_4]$ и других углеводородов. Опыты ставились в течение многих дней каждый раз при 8—20-часовой экспозиции.

Результаты видны из нижеприведенной таблицы

Углеводороды	мг/л	Частей пара на миллион ($см^3/м^3$)	Характер действия
Бензол	$< 3,2$ 3,2—7,7	< 1000 1000—2400	без видимых изменений раздражение слизистых оболочек глаз и носа; характерное действие на кровь
Толуол	6,0	1600	раздражение слизистых оболочек, небольшое расстройство нервной системы; наркоз
Ксилол	4,3	980	раздражение слизистых оболочек; нарушение чувства равновесия
Смесь „Hi-flash-parlita“ .	4,3—7,0 —	1000—1600 567 (высшая достижимая концентрация)	наркоз легкая апатия, слабость, нарушение чувства равновесия

Для кроликов 5—9-часовая ингаляция (ежедневно) в течение 32—43 дней концентрации, равной в среднем 10 мг/л чистого бензола, или около 3100 частям на миллион, оказалась практически безвредной¹⁴.

Собаки также переносят без видимых поражений подобную же концентрацию при ежедневной экспозиции в 7—8 час. в течение 23—35 дней¹⁸.

Кошки при ежедневной 3-часовой ингаляции концентрации в 5—10 мг/л, или около 1500—3100 частей пара на миллион, обычно погибают в промежуток времени между 3—6 днями. Только одно животное жило 22 дня. При вскрытии в большинстве случаев легкие гиперемированы; отмечены отек и краевая эмфизема^{14, 18}.

Люит¹⁸ в своих субхронических опытах на собаках и кроликах с ингаляцией бензола не мог в общем отметить значительных морфологических изменений крови. Фридлиндер и Мак Корд⁶, напротив, отметили у кроликов, морских свинок и кошек после многодневной ингаляции паров бензола характерные изменения крови, наблюдаемые постоянно у человека при хроническом отравлении бензолом. То же отметили Бэтчлор¹ в своих опытах на крысах (см. выше) и Вейскоттен и его сотрудники на кроликах²⁹.

2. У человека^{14, 15, 22}. При продолжительном воздействии малых и минимальных количеств углеводородов бензольного ряда могут наступить признаки хронического отравления: утомляемость, головная боль, сонливость, головокружение, общая слабость, не-

подвижность зрачков, боли в желудке, рвота, а в некоторых случаях и лихорадка. Но главным признаком хронического отравления являются указанные выше нарушения кроветворения и состава крови. Первый как бы предупреждающий признак наступающего отравления — это кровоизлияния на слизистой оболочке рта (неба, десен) и носа так же, как при скорбуте; к ним присоединяются небольшие, но многочисленные кожные кровоизлияния. Уже незначительные внешние повреждения вызывают трудно останавливаемые кровотечения. У женщин часто рано наступают резкие маточные кровотечения, являющиеся часто причиной неправильного диагноза. Наряду с этим температура тела резко понижена. Вследствие кровотечений картина крови обнаруживает снижение количества красных кровяных шариков и красящего вещества, а также прогрессирующее уменьшение количества белых кровяных телец вплоть до полного их исчезновения. Кровь богата жиром; отмечено также жировое перерождение сосудов сердца, печени и почек (Куршман⁴), а также и некроз костей, например верхней челюсти (Левин¹⁷). В моче можно обнаружить значительное количество белка и цилиндров, а также жир и кровяные пигменты³.

Прогноз — неясный; возможен смертельный исход благодаря одному лишь резкому упадку сил на почве постоянной потери крови.

Если число лейкоцитов падает до 5600 и ниже — это уже является предзнаменованием начинающегося хронического отравления; остальные клинические признаки наступают позже. Все же хроническое отравление бензолом сравнительно мало изучено.

Чувствительность людей к хроническому отравлению бензолом различна: молодые люди обоего пола, а в особенности беременные женщины, весьма чувствительны, особенно чувствительны также малокровные и сердечнобольные.

Вместе с тем во время мировой войны у работниц на производствах (Германия) бензола отмечены эйфорическое состояние, мнимо цветущий вид, высокий процент гемоглобина, ненормально высокое число эритроцитов и нормальное количество лейкоцитов. Вдыхание бензола оказывает специфическое раздражающее действие (на кроветворение) так же, как это бывает и при других ядах (сероуглероде, синильной кислоте, мышьяке, окиси углерода). В данном случае мы имеем дело только с кажущимся подъемом общего состояния.

Рецидивы при возвращении вновь на производство не редки: отмечены тяжелые поражения нервной системы, эпилептоидные припадки, полная потеря чувствительности, долго длящееся глубокое коматозное состояние.

Концентрации, вызывающие хроническое отравление, точно не установлены. Пробы воздуха на содержание бензола на фабриках, на которых имелись отравления, показали концентрации в 16—0,64 мг/л, или около 5000—200 частей пара на миллион³⁰. Содержание бензола в зимнее время часто выше, чем в летнее. По данным Легге¹² при концентрациях выше 550 частей пара на миллион, или 1,75 мг/л, уже появляются клинические признаки отравления; при концентрациях 100 частей на миллион, или около 0,32 мг/л, т. е. при хорошей вентиляции, все же еще возможны случаи поражения (из 81 рабочего заболело 37, а из них у 17 оказалось лейкоцитов меньше 5000, у 10 — меньше 4000, а у 3 — меньше 3000). В СССР предельная допустимая концентрация в рабочих помещениях является наименьшей и равна 0,2 мг/л (Обяз. пост. НКТ СССР, № 232 от 11/VII 1930 г.).

Кельш¹⁰ описывает отравление, вызванное веществом, неправильно называемым «ксилол» (см. выше): несмотря на хорошую вентиляцию особо чувствительные рабочие жаловались на некоторые нервные расстройства, как головная боль и отсутствие аппетита. При недостаточной вентиляции было отмечено у всех рабочих раздражение соединительной оболочки глаз (неясность зрения — «как через пелену»), наряду с этим характерные для отравления бензолом признаки поражения центральной нервной системы. Действие на кровь выразилось в одном случае тяжелого отравления в падении количества лейкоцитов; наоборот, при легком отравлении количество лейкоцитов в большинстве случаев было несколько увеличено; часто нельзя было установить действия на эритроциты, а в особенности нельзя было отметить никакой анемии. Выделение так называемого ксилола идет медленно; выдыхаемый воздух еще в течение многих дней по прекращении работы пахнет этим веществом.

Заслуживает внимания неоднократно отмеченная повышенная чувствительность к алкоголю, действующему сенсibiliзирующим образом.

Кролики поглощают из вдыхаемого воздуха при концентрации бензола в 40—65 мг/л, или примерно 12 500—20 000 частей пара на миллион, в первые полчаса в среднем 50% бензола, а человек при средней концентрации 17 мг/л воздуха, или примерно 5 300 частей пара на миллион — 80—85%¹².

Выделение. При вдыхании значительного количества свежего воздуха происходит выделение легкими максимум 40—45% бензола, толуола и ксилола, попавших ингаляционным путем в организм¹³. Затем 15—30% бензола окисляется в организме до фенола и диоксибензола и выделяется мочой в виде парных глюкуроновых серных кислот. Небольшое количество бензола превращается в кислоты. У толуола и ксилола изменяются боковые метильные группы: толуол окисляется до бензойной кислоты, которая связывается с гликолем и выделяется в виде гиппуровой кислоты мочой. У ксилола окисляется только одна боковая цепь; образуется толуиловая кислота, которая, соединяясь с гликолем, выделяется в виде толуровой кислоты. Полное выделение бензола, толуола и ксилола идет очень медленно. Симптомы хронического отравления повидимому объясняются действием продуктов распада и окисления, которые при повторном воздействии действуют кумулятивно, вызывая тем самым своего рода «длительное действие». Прогрессирующее поражение крови ясно указывает на действие в организме этих ядовитых продуктов. Вторичные (последующие) заболевания и рецидивы возможно следует объяснить медленным удалением бензола из организма. Ксилол и толуол, как оказалось, вызывают более слабое хроническое отравляющее действие.

Профилактика. Против острого отравления, как при продуктах нефти (см. выше).

Против хронического отравления. Хорошая вентиляция; удаление паров на месте их образования. Предварительное обследование рабочих врачом до приема их на работу; не следует допускать к работе людей с больными легкими, сердцем, почками, с склонностью к кровотечениям, малокровных. Ежемесячное обследование крови у рабочих. При нахождении изменений белой крови или при замедленной свертываемости крови — немедленный перевод с данного производства. Наблюдение за полостью рта в отношении возможных кровотечений. Следует полностью запретить употребление

спирта. Ср. также раздел «Растворители». Ниже приводим выдержки из правил, касающихся предупреждения отравлений бензолом в коксобензольной промышленности, изданных НКТ СССР.

Правила по охране труда рабочих коксовых печей и коксобензольных заводов (Обяз. пост. НКТ СССР 23/V 1930 г., № 188 с изменениями, внесенными Обяз. пост. НКТ СССР 5/III 1932 г., № 35)

1. Все вновь строящиеся коксовые печи и коксобензольные заводы должны располагаться с таким расчетом, чтобы печи и завод находились с подветренной стороны по отношению к господствующим в данной местности ветрам и на расстоянии не менее 500 м от населенных мест. В случае невозможности установки с подветренной стороны от поселка расстояние до ближайшего населенного места должно составлять не менее 1 км...

18. Все сифоны и кастроли при газопроводах и скрубберах должны иметь конструкцию, гарантирующую от проникновения газов или паров в помещение, а также обеспечивающую от засоса воздуха в газопровод и быть снабжены газотводящими трубками, выведенными выше конька крыши...

22. Все смотровые люки резервуаров и другой аппаратуры должны быть герметически закрыты. Открывание люков, реторт и другой аппаратуры, внутри которой могут быть вредные пары и газы, допускается лишь при таком состоянии аппаратуры, когда обеспечивается минимальное загрязнение воздуха рабочих помещений...

24. Применение сжатого воздуха для подачи сырого бензола, бензольных фракций, а также всех фракций при разгонке смолы воспрещается.

Конструкция насосов должна быть такой, чтобы не допускала утечки перекачиваемых продуктов...

25. Соединения частей аппаратуры трубопроводов, газопроводов и паропроводов должны максимально обеспечить невозможность просачивания жидкостей, газов и паров...

28. Помимо местных вытяжных устройств во всех помещениях коксобензольных заводов должна быть устроена приточно-вытяжная вентиляция, причем приток должен быть рассчитан согласно ст. 154 и прим. 3 к ст. 157 правил и норм для промышленного строительства.

В случае невозможности проведения полной герметизации аппаратуры должно быть по возможности обеспечено превалирование приточного воздуха над вытяжным, с максимальным приближением приточного воздуха к местам работы, однако с тем, чтобы была исключена возможность выдавливания воздуха в соседние рабочие помещения (изоляция помещений, соответствующее превалирование притока над вытяжкой в сообщающихся помещениях и т. д.).

При нахождении рабочего внутри аппарата и при чистке его должны иметься вентиляционные рукава для подачи внутрь его свежего воздуха.

29. В целях предохранения от обратного засасывания в рабочие помещения загрязненного вредными парами и газами воздуха, а также в целях предохранения от загрязнения им наружного воздуха должны быть приняты меры, обеспечивающие достаточную чистоту воздуха, выбрасываемого из рабочих помещений.

Заводоуправление обязано организовать систематический контроль над чистотой воздуха, выбрасываемого из рабочих помещений.

30. Перед ремонтом и чисткой аппаратуры, как то: баков, цистерн, монтажу, крупных колонн, скрубберов, материальных трубопроводов и т. п., где возможно выделение вредных паров или газов, все эти аппараты должны быть предварительно пропарены и достаточно проветрены. Чистка аппаратуры должна производиться по общему правилу при нахождении рабочего вне аппаратов. В случае неизбежного нахождения рабочего внутри аппарата рабочий должен быть снабжен соответствующими защитными приспособлениями.

Вся работа по ремонту и чистке аппаратуры и по очистке газопроводов должна производиться под надзором технического персонала согласно специальным инструкциям, составленным заводоуправлением и утверждаемым инспекцией труда.

31. При коксобензольном заводе должна быть оборудована спасательная станция с оживляющей аппаратурой, шланговыми аппаратами, респираторами и тому подобными предметами, необходимыми для оказания первой помощи при отравлениях. Спасательная станция должна быть оборудована и организована согласно утв. НКТ СССР 28/III 1930 г., № 134, положения о спасательном деле на предприятиях, в которых производятся работы, опасные по газу...

33. Все рабочие коксобензольных заводов должны подвергаться периодическому медицинскому осмотру не менее двух раз в год и в соответствии с заключением врача переводиться на другие менее вредные работы...

38. Администрация коксовых печей и коксобензольных заводов обязана: а) осведомлять вновь поступающих рабочих о всех опасностях работы с исход-

ными, промежуточными и конечными продуктами работы; б) следить за соблюдением всех мер предосторожности, предусмотренных настоящими правилами и специальными инструкциями, утвержденными инспекцией труда.

39. Рабочие обязаны неуклонно соблюдать все установленные меры предосторожности.

Несоблюдение их считается нарушением правил внутреннего распорядка и влечет за собой наложение взыскания согласно таблице взысканий...

106. Помещения для дистилляции сырого бензола, ректификации бензола, промывки его, а также насосное отделение должны быть изолированы друг от друга и не иметь непосредственного сообщения.

107. Во всех помещениях, указанных в предыдущей статье, должна быть предусмотрена возможность быстрого опорожнения аппаратуры в монтежу или в закрытые ямы, расположенные вне здания, а также должен быть на случай аварии подведен пар для заполнения им помещения; при этом установка вентилей должна быть вне помещений, у выходных дверей...

112. Вся коммуникация и аппаратура бензольного и ректификационного отделения должна быть герметизирована и исключать возможность проникновения паров бензола в рабочее помещение. (Изв. НКТ 1930 г., № 17—18 и 1932 г., № 10). (Марфенин и др., 1935 г., стр. 489—500).

Применение бензола при пневматической окраске в СССР воспрещено (Обяз. пост. НКТ СССР, № 215 от 22/VI 1930 г.).

Терапия. При остром отравлении. Как при всех наркотических веществах: немедленное удаление из отравленной атмосферы; чистый воздух; вдыхание кислорода с 5%-ной углекислотой; искусственное дыхание; кровопускание. Холодные обливания и другие раздражающие средства (кофеин, камфора и заменяющие их препараты, лобелин). В период выздоровления следует предоставить хорошее питание. В остальном ср. раздел «Лечение газотравленных».

При хроническом отравлении. Симптоматическое лечение. Улучшение общего состояния.

Обнаружение и определение в воздухе. 1. Пропускание воздуха через дымящую азотную кислоту: образование нитросоединений с характерным запахом.

2. Медленное (примерно 25—30 л в час) просасывание 50—300 л воздуха, содержащего бензол, через 2 последовательно соединенные трубки с шарообразными расширениями, содержащие нитрующую смесь; извлечение эфиром и взвешивание образовавшегося динитробензола^{13,14}.

3. Пропускание через активированный уголь с последующим удалением из него бензола перегонкой с водяным паром³⁰.

4. Определение интерферометром.

Литература

1. Batchelor, Amer. Journ. Hyg. 7, 276 (1927).
2. Brücken, Dtsch. med. Wchschr. 1923, 1120.
3. Chem. Trade Journ. 79, 189 (1927).
4. Curschmann, Vrtlschr. f. öff. Gesundh.-Pflege 1911.
5. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 138, 65 (1928).
6. Friedländer a. Mac Cord, Journ. ind. Hyg. 9, 193 (1927).
7. Fühner, Biochem. Ztschr. 115, 235 (1921).
8. Greenburg, Publ. Health Rep. 41, 1357 (1926).
9. Hefiter, Dtsch. med. Wchschr. 1915, № 7.
10. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 6, 355 (1929).
11. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 143, 233 (1929).
12. Legge, Journ. ind. Hyg. 1, 539 (1920).
13. Lehmann, Arch. f. Hyg. 72, 313 (1910).
14. Lehmann, Arch. f. Hyg. 75, 1 (1912) (там же более старая литература).
15. Lewin, Münch. med. Wchschr. 1907, 2377.
16. Lewin, Obergutachten über Unfallvergiftungen, S. 262. Leipzig 1912.
17. Loewy, Med. Klinik 1926, 404.
18. Luig, Diss. Würzburg 1913.
19. Meyer u. Hopff, Ztschr. f. physiol. Ch. 126, 289 (1923).

20. Pugliese y Afello, Med. del lavoro 16, 285.
 21. Ramboisek, Gewerbliche Vergiftungen, S. 260 (1911).
 22. Santesson, Arch. f. Hyg. 31, 336.
 23. Schwenke, Journ. f. Gasbeleuchtung 63, 142 (1920).
 24. Selling, Beitr. path. Anat. 51, 576 (1911).
 25. Smyth a. Smyth jr., Journ. ind. Hyg. 101, 261 (1928).
 26. Stiefler, Med. Welt 1928, № 28.
 27. Thies, Zentralblatt Gewerbehyg., M. F. 5, 305 (1928).
 28. U. S. Department of Interior, Bureau of Mines, Technical Paper 272 (1921).
 29. Weiskotten, Gibbs, Boggs a. Templeton, Journ. Med. Research 41, 425 (1920).
 30. Winslow, Journ. ind. Hyg., 1927, 61.
 31. Wojciechowski, Diss. Würzburg 1910.
- Ср. также Curschmann, Erkrankungen durch Benzol oder seine Homologe (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 33, Berlin, 1930).

Дополнительная литература

(Ароматические углеводороды)

- A. Hamilton, Archives of pathology, 11, 434 n° 601 (1931) (много новой литературы).
- Воронов, Морфологические изменения крови и кроветворных органов под влиянием бензола и некоторых его дериватов, Ростов-на-Дону 1930.
- Лазарев, Бензин как промышленный яд. Соцэкгиз, 1931 (литература).
- Мгебров, Отравление продуктами переработки нефти (бензол, толуол), Баку 1931 (обширная литература).

(Бензол)

- Adler-Herzmark u. Selinger, Arch. f. Gewerbepathol. 1, 763 (1931).
- Brandt, Arch. f. Gewerbepathol. 3, 527 (1932).
- Dieckhoff, Arch. f. Gewerbepathol. 3, 519 (1932).
- Engelhardt, Sammlung v. Vergiftungsfällen, herausg. v. Fühner, Bd. 2, Lief. 9, Berlin 1931, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 479 (1931).
- Fischer, Zentralbl. f. Gewerbehyg. № 4 (1932).
- Hamilton, Benzene (Benzol) Poisoning. Arch. Path. 11, 434 (1931).
- Heitzmann, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 515 (1931).
- Lederer, Arch. f. Gewerbepathol. 3, 535 (1932).
- Meyer, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 526 (1931).
- Мытник и Генкин, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 457 (1931).
- Schneider, Samml. v. Vergiftungsfällen, herausg. v. Fühner, Bd. 2, Lief. 9, Berlin (1931).
- Гаврилов, Журн. хим. пром. № 23—24 (1931).
- Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 181, 2-е изд., Соцэкгиз, 1931.
- Дмитриев, Охрана труда в химической промышленности. 2, вып. I (1927).
- Пьянков, Гиг. безоп. и патол. тр. № 1, 22 (1930).
- Цейтлина и Майзель, Московск. медиц. журн. № 1, 67 (1931).
- Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, 4-е изд. Гострудиздат (1930).
- Мытник, Ранняя диагностика и профилактика хронического отравления бензолом. Терапевтич. архив, т. XI, стр. 203 (1933).
- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, Госхимтехиздат, 1933.
- Марфенин и др. Техника безопасности и производственная санитария, 1935, стр. 489—500.

(Толуол)

- Fischer, Toluène. Hygiène du travail № 322, Genève (1932).

(Ксилол)

- Brendeau, Annales de med. leg. 11, 95 (1931).
- Fischer, Xylène. Hygiène du travail № 331, Genève (1932).
- Nelken, Zbl. f. Gewerbehyg. N. F. 8, 182 (1931).

(Сольвент-нафта)

- Holde, Жиры и масла, 1, 492. Ленинград (1931).

Нафталин

Формула: $C_{10}H_8$. Мол. в.: 128,06.

Получение. Из высококипящих фракций каменноугольной смолы.

Свойства. Кристаллы, темп. пл. 80° , темп. кип. 218° ; характерный запах. Уд. в. при 20° 1,145. Вес литра пара 5,33 г. Несмотря на высокую точку кипения весьма летуч, причем испаряется легче в содержащем аммиак воздухе, чем в обычном; улетучивается также с парами воды, алкоголя и легкокипящими парами каменноугольной смолы.

Возможности отравления. На производстве, благодаря вдыханию паров или пыли, а также при применении его в борьбе с вредителями. Для здоровья вредны преимущественно горячие пары.

Общий характер токсического действия. Легкое наркотическое и местное раздражающее действие; обладает также и резорбтивным действием.

Явления отравления

При воздействии небольших концентраций (например при применении в закрытом помещении, в качестве средства против моли) — легкая сонливость, головная боль, позывы к рвоте, отсутствие аппетита.

Вдыхание концентрированных паров дало в одном случае переходящий отек легких и появление крови в моче.

Под воздействием паров или пыли наступает поражение роговицы глаз в виде небольших везикул и точечных помутнений. При более длительном вдыхании паров отмечен в одном случае Neuritis optica с улучшением через 4—5 недель².

Горячие пары вызывают на коже зуд, боль, эритему, экзему, угри¹.

Кроме описанных Мейером³ данных о разрушении при вдыхании нафталина эритроцитов и тяжелого поражения всех органов кроветворения других данных не имеется.

Определение. Вначале пропускают через разведенную серную кислоту, затем через раствор 5,0 г пикриновой кислоты в 200 см³ воды. Потом нагревают в полулитровой колбе до 50° , по охлаждению добавляют до метки и фильтруют. Титруют полученный раствор, а также раствор пикриновой кислоты 0,1 N раствором КОН с прибавлением в качестве индикатора ализариносульфоновокислого натрия. Разность между данными титрования обоих растворов указывает на количество израсходованной пикриновой кислоты: $1 \text{ см}^3 0,1 \text{ N КОН} = 0,0128 \text{ г нафталина}$ ⁴.

Литература

1. Koelsch y Ullmann-Oppenheim-Rille, Schädigung der Haut, Bd. 2, S. 304.
2. Koelsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 270, 1926.
3. Meyer, Berl. klin. Wchschr. 1920, 1025.
4. Schlumberger, Journ. f. Gasbeleuchtung 55, 1257 (1912).
5. Eynhoven, Journ. f. Gasbeleuchtung 59, 507 (1916).

Дополнительная литература

- Carozzi, Naphthaline, Hygiène du travail № 268, Genève (1931).
Гринвальд, Гигиена труда № 4, 91 (1925).
Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, 2-е изд., 191, Соцгиз, 1931.
Шапиро, Врачебное дело, 718 (1928)

Гидронафталины (тетралин и декалин)

Формула: $C_{10}H_{12}$; $C_{10}H_{18}$. Мол. в.: 132,09; 138,14.

Получение. Гидрированием нафталина в присутствии катализаторов.

Свойства

Тетрагидронафталин, тетралин. Жидкость с характерным запахом, несколько напоминающим нафталин. Темп. кип. 207° , уд. в. 0,975; вес литра пара 5,5 г.

Декагидронафталин, декалин. Жидкость с более резким запахом. Темп. кип. $185-193^{\circ}$; уд. в. при 20° 0,872—0,898; вес литра пара 5,76 г.

Оба мало летучи.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для смол и жиров (изготовление лаков, воска для полов и т. д.), а также при вдыхании паров в комнатах со свежепокрашенными или свеженатертыми полами. При применении тетралина в смеси с бензолом и алкоголем в качестве обезжиривающего средства или в качестве тетралитбензола — топлива для двигателей внутреннего сгорания — действие тетралина отступает на задний план сравнительно с действием остальных составных частей.

Общий характер токсического действия. Незначительное действие на центральную нервную систему и местное раздражение

Явления отравления

1. У животных. Пары тетралина можно вдыхать без всякого вреда в течение многих часов и дней.

2. У человека. Вдыхание паров вызывает легкую сонливость, головную боль, тошноту и рвоту, раздражение соединительной оболочки глаз, слизистых оболочек носа и зева, насморк и кашель^{2,3}.

Выделение. Вещество выделяется в небольшом количестве в неизмененном виде дыхательными путями, а большей своей частью мочой. Моча принимает при этом характерный зеленый цвет и содержит у животных тетралолглюкуроновую кислоту. У человека в моче появляется пигмент, а также и лейкосоединение его, которое можно обнаружить по сине-зеленому окрашиванию при воздействии окислителем, кроме того также дигидронафталин и нафталин. Дигидронафталин преимущественно также выделяется в виде парной глюкуроновой кислоты, легко отщепляющей нафталин.

Литература

1. Geppert, Disch. med. Wchschr. 1926, 1080.
2. Koelsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 390, 1926.
3. Pohl, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 2, 91 (1925).
4. Pohl u. Rawicz, Ztschr. f. physiol. Ch. 104, 95 (1919).
5. Röckemann, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 92, 52 (1922).

Гетероциклические, содержащие кислород, близкие к углеводородам соединения**Окись этилена**

Формула: C_2H_4O ; $O \begin{array}{c} \diagup CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{array}$. Мол. в.: 44,03.

Получение. Путем омыления едкой щелочью этиленхлоргидрина.

Свойства. Бесцветная жидкость со сладким, вызывающим тошноту запахом, напоминающим эфир и углеводороды. Темп. кип. $10,7^\circ$; уд. в. при 20° 0,887; вес литра пара 1,83 г. Смешивается с водой в любых соотношениях. Химически чрезвычайно активна. С воздухом образует взрывчатую смесь.

Возможности отравления. При применении в химической промышленности, но главным образом при применении смеси с углекислотой для борьбы с вредителями.

Общий характер токсического действия. Вначале действует наркотически, а затем как сильный клеточный яд*. Резко выраженные поздние явления.

Теория отравляющего действия. Возможно, что в организме отщепляется альдегид (формальдегид?), который затем, так же как при отравлении метиловым спиртом, бромистым метилом, дибром-метиловым эфиром, действует в качестве протоплазматического яда. Покраснение реактивной бумаги, пропитанной фуксинсернистой кислотой, и восстановление аммиачного раствора серебра смесью из окиси этилена и воздуха также указывают на такого рода отщепление альдегида². Можно также предполагать внутриклеточное образование гликоля и последующее образование щавелевой кислоты⁶.

Явления отравления

1. У животного. Мышь⁵. Минимальная концентрация, вызывающая наркоз при экспозиции в $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа: 5,8 ($\pm 1,8$) объемн. %, или 58 000 частей пара на миллион, что соответствует около 105 мг/л. Повидимому в данном случае концентрации на самом деле были ниже⁵.

Крысы⁷. Концентрация в 6%, или 60 000 частей пара на миллион, что соответствует 108 мг/л, вызывает полный наркоз, при более длительном чем 6 мин. воздействии в исключительных случаях смерть. При небольших концентрациях наступает только частичный наркоз, иногда и в этом случае со смертельным исходом. Отмечаются также и сильные поносы.

По данным Шварца и Деккерта⁶ расчетная концентрация 3,2 мг/л, или около 1 800 частей на миллион, при экспозиции не более $\frac{3}{4}$ часа вызывала у мышей, крыс, морских свинок и кошек самое большее легкий наркоз без вредных последствий; концентрация в 5—10 раз большая при $\frac{1}{2}$ —1-часовой экспозиции вызывала смерть не позднее, чем через 24 часа. Однако определенная химически концентрация равнялась лишь 40—50% расчетной, так что фактически уже концентрация 6—8 мг/л, или около 3 300—4 400 частей пара на миллион, при часовой экспозиции является смертельной.

По нашим собственным наблюдениям² действие вещества определено зависит от концентрации, выраженной в мг/м³ (с), и экспозиции в минутах (t).

* Указание, имеющееся в Ullmann's Technische Enzyklopädie, 2 Aufl., Bd. 5, S. 830, на то, что окись этилена безвредна для человека, неверно.

Действие окиси этилена на разных животных 2 (статическая заправка)

Расчет. конц. мг/л	Частей пара на миллион (с.м.г/м.г) (приблиз. точно)	С. т. (прибл.)	Экспозиция	Хвосты	Крысы	Морские свинки	Кролики	Кошки	Собаки
0,5	280	570 000	19	—	—	—	—	—	—
		1 140 000	38	—	—	—	—	—	—
		1 440 000	48	—	—	—	—	—	—
1	560	420 000	7	—	—	—	—	—	—
		960 000	16	—	—	—	—	—	—
		1 320 000	22	—	—	—	—	—	—
2	1100	120 000	1	—	—	—	—	—	—
		600 000	5	—	—	—	—	—	—
		960 000	8	—	—	—	—	—	—
4	2200	300 000	1 1/2	—	—	—	—	—	—
		720 000	3	—	—	—	—	—	—
		960 000	4	—	—	—	—	—	—
8	4400	480 000	1	—	—	—	—	—	—

в течение 8 недель без видимых признаков поражения

смерть через 4 часа

выжили 8 недель

либо выживание (наблюдение 8 недель), либо смерть через сутки

в течение 2 дней помутнение роговицы, выживание в течение 8 недель

болели 1 день

выжили 8 недель

смерть во время экспозиции

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

болели в течение 8 дней; затем выжили в течение 8 недель

болели в течение 4 недель; медленное выздоровление

смерть через 90 час.

болели 8 недель без признаков изменений

болели 1 день; выжили 8 недель

болели 6 недель; медленное выздоровление; ни смерти через 17 дней

смерть спустя 24 часа

болели 3 дня; выжили 8 недель

через 24 часа смерть

смерть через 8 часа

болели 2 дня; выжили в течение 8 недель; впоследствии смерть спустя 12 дней

болели 14 дней; выжили 8 недель

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

Действие окиси этилена на разных животных * (динамическая заправка):

‰	мг/л (прибли- зит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	с. f (приблизит.)	Морские свинки	Кошки	Собаки
0,005	0,1	50	в течение 19 дней 18 раз по 3 часа, затем	414 000	—	на 19-й день атаксия, параличи; смерть на 22-й день	—
0,01	0,2	100	2 дня по 3 часа и 1 день — 1 1/2 часа		—	без видимых признаков заболевания; смерть на 21-й день	—
0,01	0,2	100	в течение 21 дня 18 раз по 1 часу	216 000	—		
0,01	0,2	100	в течение 18 дней 11 раз по 1 часу, 4 раза по 1 1/2 + 1 часу, затем 2 дня по 1 1/2 + 1 1/2 часа, 1 день 1 1/2 часа	288 000	—		до 18-го дня без видимых изменений; затем непреодолимое нервозное состояние в течение нескольких часов; после полного выздоровления смерть на 21-й день
0,02	0,4	200					
0,02	0,4	200	в течение 3 дней 2 раза по 1 1/2 часа, на 4-й день — 1 час	96 000	—	без видимых признаков заболевания; смерть на 5-й день	—
0,025	0,5	250	2 часа	60 000	—	через 1 1/2 часа раздражение, рвота, учащенное дыхание; смерть через 4 часа	—
0,5	9,0	5 000	в течение 3 дней 2 раза по 1 часу	1 080 000	—	в конце 2-го опыта шатающаяся походка, рвота; смерть через 12 час.	—
0,5	9,0	5 000	1 час	540 000	слабое раздражение; усиление дыхания; смерть спустя 40 час.	—	—
2,0	36,0	20 000	1 3/4 часа	3 780 000	раздражение; через 1 1/2 часа боковое положение; смерть через 20 час.	—	—

Концентрации выше 0,1%, или 1 000 частей пара на миллион, что соответствует около 2 мг/л, через 2 часа вызывает умеренное раздражение слизистых оболочек.

У собак при выдыхании концентрациях наступала рвота в большинстве случаев через 4 часа. Боковое положение наступало в тех случаях, когда расчетное произведение концентрации на время (ct) было выше миллиона* — в этих случаях наступала смерть. По удалении из отравленной атмосферы у собак часто появлялись кашель и позывы на рвоту.

В случаях, когда расчетная ct соответствовала максимум 300 000**, животные обычно выживали. При более высоких ct у животных в течение нескольких дней отмечалось незначительное переболевание. Затем только наступали характерные поздние признаки: одышка, порывистое дыхание с хрипами, насморк и бронхит; потеря аппетита, у собак и кошек рвота; помутнение роговицы, особенно у морских свинок, но также и у собак, кошек и кроликов; иногда также конъюнктивит; расстройство сердечной деятельности, апатия, параличи, в особенности задних конечностей; судороги продолжительностью в несколько минут, повторявшиеся через короткие промежутки времени. Смерть наступала либо при явлениях сильной одышки, либо при явлениях судорог и параличей.

На вскрытии павших животных легкие резко полнокровны, увеличены в объеме и весе; иногда отмечается эмфизема, но никогда нет отека легких. Печень застойная, желудочно-кишечный канал и мозг гиперемированы.

Быстро наступающее от окиси этилена при концентрациях ниже 1/2% раздражение весьма незначительно.

Кельш и Ледерер⁴ на основании своих динамических опытов отмечают у окиси этилена несколько более сильный токсический эффект с выраженным поздним действием.

При вскрытии павших животных, кроме вышеуказанной картины, они обнаруживали еще кровоизлияния в мозг.

По данным Уайта, Петти и Янга⁵ окись этилена примерно так же токсична, как аммиак, но токсичнее, чем хлороформ и четыреххлористый углерод.

2. У человека. По данным Коттона и Роарка¹ окись этилена для человека не очень токсична и при длительном вдыхании ее паров наступает только цианоз. Однако у этих авторов нет указаний ни на концентрацию, ни на экспозицию.

* Приложенными таблицами нельзя доказать, как это думают авторы, правильность формулы Габера ($ct = w$). Напротив, таблицы как раз доказывают, что произведение $c \cdot t$ без учета абсолютной величины c и t не может предопределять исхода опыта. В частности опыты на собаках показывают (см. таблицу опытов при статической заправке), что при концентрации окиси этилена 1 мг/л и экспозиции 22 часа, т. е. при $ct = 1\,320\,000$, животные после переболевания выжили, а при концентрации 4 мг/л и экспозиции 4 часа животные пали через 24 часа, хотя ct здесь было значительно меньше (960 000). То же можно отметить и в опытах на кроликах при статической заправке и в опытах на кошках при динамической заправке и т. д. Нужно кроме того подчеркнуть, что расчетные концентрации, а следовательно и цифры ct при таких длительных экспозициях, как 16—48 час., в условиях статической заправки настолько сильно отличаются от истинной концентрации (гораздо больше чем в 2 раза, как думают авторы), что сопоставлять их с данными опытов при более коротких экспозициях нет никакой возможности. *Ред.*

** Ввиду падения концентрации во время опыта истинная концентрация, а следовательно и произведение $c \cdot t$ равны примерно половине тех расчетных концентраций, которые указаны здесь и в приведенной выше (стр. 396) таблице.

Несмотря на то что до сих пор нет наблюдений над отравлением людей, все же опыты над животными дают возможность принять как исходные следующие данные ²:

Действие окиси этилена на человека

Расчетная концентрация				Действие
мг/л	объемн. %	частей пара на миллион	экспозиция	
0,05	0,0025	25	много часов	не безразлично
0,05	0,0025	25	в течение многих дней	безусловно опасно
0,1	0,005	50	несколько часов	иногда может вызвать заболевание
0,1	0,005	50	много часов	иногда смертельно

Во всяком случае окись этилена представляет собою вещество, применение которого требует большой осторожности.

При этом играет большую роль значительная адсорбционная способность окиси этилена.

О действии окиси этилена на вредителей см. раздел «Борьба с вредителями»; там же изложено более подробно действие его на продукты.

Определение ⁶. Окись этилена в присутствии хлористого натрия легко реагирует с соляной кислотой, образуя этиленхлоргидрин. На этом основании предложен следующий метод ее определения в воздухе: пропускают (1 л в течение не более 7—8 мин.) определенный объем воздуха через 22%-ный раствор хлористого натрия, содержащего 50 см³ 0,1 N соляной кислоты; свободная кислота оттитровывается 0,1 N или 0,01 N раствором едкой щелочи. Предельная определяемая концентрация — 50 мг/м³.

Литература

1. Cotton a. Roark, Ind. and Engin. Chem. 20, 865 (1928).
2. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 157, 107 (1931),
Trommer, Diss. Würzburg. 1931.
3. Hoyt, Ind. and Engin. Chem. 20, 835 (1928).
4. Koelsch u. Lederer, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 7, 264 (1930).
5. Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch. 112, 55 (1921).
6. Schwarz u. Deckert, Ztschr. f. Desinf. 22, 532 (1930).
7. Stehle, Bourne, Lotzinsky, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 104, 82 (1924).
8. Waite, Patty a. Yant, Publ. Health Rep. 45, 1832; no Chem. Zentralblatt 1931, I, 966.

Дополнительная литература

Beck u. Süssstrunk, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 81 (1931).
Müller, Zeitschr. f. Desinf. 23, 116 (1931).

Фуран

Формула: C_4H_4O ; $\begin{array}{c} HC=CH \\ | \\ HC=CH \end{array} \rangle O$ Мол. в.: 68,03

Встречается в первых фракциях при перегонке сосновой смолы.

Получение. При перегонке бариевой соли пироксизеовой кислоты.

Свойства. Жидкость со своеобразным запахом; темп. кип. 31° , уд. в. при 20° 0,937. Не растворима в воде, легко растворима в органических растворителях. Вес литра пара 2,83 г.

Общий характер токсического действия. Действует наркотически и парализует дыхательный центр.

Явления отравления. При воздействии паров на крыс, кроликов и собак явления наркоза в картине отравления мало заметны по сравнению с быстро начинающимися судорогами, падением кровяного давления и последующим параличом дыхания.

Литература

Koch a. Sahajal, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics, 26, 281 (1925).

Содержащие серу, близкие к углеводородам углеродные соединения

Сероокись углерода COS; слабо раздражает, преимущественно действует на центральную нервную систему.

Сероуглерод CS_2 ; практически не раздражает, но уже в малых количествах вызывает чрезвычайно многостороннее и тяжелое хроническое поражение всей нервной системы.

Тиофен по характеру своего действия полностью напоминает бензол.

Сероокись углерода

Формула: COS. Мол. в.: 60,06.

Встречается в некоторых серных источниках.

Получение. Из роданистого калия при подогревании с умеренно разведенной серной кислотой.

Свойства. Бесцветный газ; в чистом виде без запаха. Вес литра 2,5 г. Легко воспламеняется, горит бело-синим пламенем. Слабо растворим в воде. Сжижается в жидкость с темп. кип. -48° . При действии воды (даже при действии влажного воздуха) или оснований распадается на угольную кислоту и сероводород. С воздухом образует взрывчатую смесь.

Общий характер токсического действия. Слабо раздражающее вещество, действующее на центральную нервную систему. Смерть от остановки дыхания.

Явления отравления
а) Острое отравление
У животных¹.

Вид животного	Концентрация				Действие
	%	мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (см ³ /м ³)	экспозиция в мин.	
Лягушка	1,5	38	15 000	60	преходящий паралич центральной нервной системы, в особенности дыхания; выздоровление
	2,1	54	21 000	70	смерть через 5 дней
	4,67	112	46 700	60	острая смерть
Мышь	0,01	1	400	15	переносимо
	0,13	3,3	1 300	30	слабое раздражение слизистых оболочек
	0,24	6	2 400	65	судороги, наркоз, поражение дыхательного центра
Кролик	0,32	8	3 200	60	судороги, боковое положение; смерть либо в остром периоде, либо через 24 дня после предшествовавшего заболевания
	0,49	13	4 900	60	смерть через 2 дня
	0,6	15	6 000	50	острая смерть вследствие остановки дыхания

При вскрытии не отмечено никаких изменений крови.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Кролики. Ингаляция концентраций 0,25%, или 2500 частей на миллион, соответствующих около 6,4 мг/л, в течение 4 недель всего 9 раз по 1 часу вызвала тяжелые поражения центральной нервной системы; на десятый раз концентрация 0,43%, или 4300 частей на миллион, что соответствует около 11 мг/л, при экспозиции в $\frac{1}{2}$ часа привела к смерти¹.

2. У человека. До сих пор неизвестны случаи хронического отравления. Старые данные, по которым сероокись углерода вызывает перемежающуюся лихорадку, т. е. служит причиной малярии, имеют только исторический интерес.

Определение. Медленно пропускают анализируемый воздух через трубку, содержащую накалившую электрическим током платиновую проволоку; появляется сера и окись углерода, последнюю и определяют. Могущий образоваться при этом сернистый ангидрид поглощается едким кали.

Абсорбцией 16%-ным (по весу) спиртовым раствором щелочи.

Литература

1. Fischer, Biochem. Ztschr., 125, 12 (1921).
2. Klasen, Journ. f. prakt. Ch., 36, 71 (1887).

Сероуглерод

Формула: CS₂. Мол. в.: 76,12.

Получение. Путем пропускания паров серы через раскаленный древесный уголь с последующей конденсацией образовавшихся паров.

Свойства. Сильно преломляющая свет жидкость. В чистом виде бесцветна. Своеобразный, зачастую определяемый как ароматический запах. Темп. кип. $46,3^\circ$; уд. в. при 20° 1,2633; вес литра пара 3,17 г. Изменяется при хранении, в особенности на солнечном свете, окрашиваясь в желтый цвет, но сохраняет свой запах. При этом происходит отщепление серы; последняя растворяется в неразложившемся сероуглероде, в то время как полимеризованный односернистый углерод не растворим в сероуглероде. Технический сероуглерод также желтого цвета (из-за наличия в нем содержащих серу примесей) и имеет противный запах. Пары сероуглерода легко воспламеняются; воспаление может наступить уже при прикосновении их к нагревательным трубкам или к другим горячим металлическим поверхностям; при этом происходит легкий взрыв, так как смеси паров сероуглерода и воздуха взрывчаты. Сероуглерод при зажигании сгорает в сернистый ангидрид и угольную кислоту. При быстром испарении сероуглерода на воздухе может образоваться гидрат $2CS_2 + H_2O$, разлагающийся вновь при -3° .

Возможности отравления. В резиновой промышленности (растворение и вулканизация каучука, производство презервативов, пессариев, детских игрушек и т. д.); в промышленности искусственного шелка (производство ксантогената целлюлозы из целлюлозы, сероуглерода и натронной щелочи); при применении в качестве экстрагирующего средства (например серы из газовой очистительной массы, экстрагирование и очистка жиров); при получении четыреххлористого углерода; при получении водонепроницаемых замазок, а также при применении полученного с помощью сероуглерода пластилина; в борьбе с вредителями винограда, табака, музейных экспонатов; против слепней, крыс и т. д.

Общий характер токсического действия. В больших количествах производит наркотическое действие, в малых количествах, в особенности при длительной экспозиции, является сильным нервным ядом.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Отравление проявляется почти исключительно в нарушениях со стороны центральной нервной системы.

Мыши. Объемная концентрация 1,1%, или 11 000 частей пара на миллион, что соответствует около 34 мг/л, вызывает спустя 15 мин. боковое положение, а спустя 20 мин. — наркоз; по удалении из отравленной атмосферы наступает выздоровление¹⁹.

У кошек, по данным Лемана⁶, отмечаются 3 стадии отравления:

1) спокойное состояние, легкое оцепенение, часто полусонное состояние; 2) шаткость походки, неkoordinированные движения, судороги, часто рвота; сознание в большинстве случаев сильно помрачено; чувствительность и рефлексы сильно ослаблены, а к концу опыта совершенно исчезают; 3) параличи; сердечная деятельность продолжается и после остановки дыхания (см. табл. на стр. 403).

Технический сероуглерод действует сильнее чем чистый; молодые животные заболевают легче и раньше старых.

Кролики по сравнению с кошками менее чувствительны; большинство симптомов здесь лишь еле выражено в то время, когда у кошек они достигают уже апогея. Более сильные признаки отравления появляются при концентрации в 7,6 мг/л, или около 2 450 частей пара на миллион, и при экспозиции в $3\frac{1}{2}$ часа. Выздоровление у кроликов наступает скорее, чем у кошек⁶.

Действие сероуглерода на кошек

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
1,2	390	8 час.	без видимых изменений
2,6	840	9 час.	рвота, легкие судороги; более или менее быстро наступающее выздоровление
7,6	2450	4 час.	
23	7400	3 час.	рвота, пошатывание, судорога, смерть
75	24000	66 мин.	через 11 мин. боковое положение; судороги; через 1½ часа наркоз; выживание
122	39400	48 мин.	через 6 мин. боковое положение, судороги; через 23 мин. наркоз, через 12 час. смерть

На вскрытии у кроликов отмечают легкие поражения роговицы; зачастую находят гиперемии и умеренный отек легких.

Сравнительное действие сероуглерода на кошек и кроликов *

Вид животного	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
Кошки	10	3220	4¼ час.	через 1¾ часа боковое положение, судороги; через 4 часа наркоз; смерть через сутки
Кролики	10	3220	6¼ час.	через 2½ часа боковое положение, через 6¼ часов наркоз; смерть через 7 дней
Кошки	20	6450	2¼ час.	через 40 мин. боковое положение, судороги; через 1¾ часа наркоз; смерть через сутки
Кролики	20	6450	2¼ час.	через 50 мин. боковое положение, подергивания; через 1 час наркоз; выздоровление

2. У человека. Острые отравления сероуглеродом сравнительно с хроническим весьма редки. Картина отравления видна из таблицы на стр. 404.

Воздействие очень больших концентраций, которые могут создаваться например при разрывах баллонов или трубопроводов, наполненных сероуглеродом, может привести к острым расстройствам сознания, буйному бреду, анестезии роговицы, параличу зрачков, потуханию рефлексов, полному параличу и остановке дыхания.

При сероуглероде мы имеем прежде всего дело с наркозом, обусловленным физико-химическими свойствами вещества, так же как при хлороформе, однако последующие симптомы держатся дольше;

Действие различных концентраций сероуглерода на человека⁸

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Действие
0,5—0,7 1—1,2	160—230 320—390	без особых изменений в течение нескольких часов легко переносимо; только незначительная преходящая головная боль и сонливость; после 8-часовой экспозиции наблюдается уже неприятное состояние, длящееся 24 часа
1,5—1,6	480—510	уже через 1/2 часа может наступить головная боль, несколько позже — расстройство сосудодвигательного порядка, признаки раздражения и т. д. Достаточно 4-часовой экспозиции, чтобы вызвать длительное неприятное состояние
2,5	800	быстро вызывает головную боль, которая, при экспозиции в 1 1/2—3 часа, продолжается в течение многих часов
3,6	1150	быстро наступающие тяжелые симптомы; через 30 мин. может уже наступить приступ головокружения; через 1 1/2—2 часа наступают расстройства чувствительности
6,4—10	2050—3200	через 1/2—1 час наступает наркоз, сильная головная боль и т. д.; последствие также более тяжелое и более длительное.

к последним относятся также остро наступающие и длительно сохраняющиеся расстройства зрения с центральной скотомой. Моча при отравлении сероуглеродом издает своеобразный запах и дает с феллиновой жидкостью черный осадок сернистой меди. По Леману⁵ 65—70% сероуглерода, попавшего в дыхательные пути, удаляется выдыханием, остальное количество абсорбируется. По Гертелю абсорбируется лишь 3,6—7,8%, по Винеру¹⁴ — 24% (у животных только 20%).

Индивидуальная чувствительность к сероуглероду чрезвычайно разнообразна. Шизотимики менее чувствительны чем циклотимики^{12a}.

После однократного воздействия зачастую остается повышенная чувствительность. Понижение чувствительности отмечается только в редких случаях^{1,9}.

Токсичность сероуглерода для человека (по Леману-Гессу)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Действие
15	4800	при экспозиции 1/2 — 1 час наступающая немедленно или несколько позже смерть
10—12	3200—3850	при экспозиции 1/2 — 1 час опасно для жизни (Гесс)
3—5	960—1600	при экспозиции 1/2 — 1 час переносится без ранних или поздних последствий
1—1,2	320—390	при экспозиции в несколько часов уже действует (Гесс)

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Кошки крайне тяжело переносят ежедневное воздействие по 8—9 час. в день концентрации сероуглерода в среднем 1 мг/л, или около 320 частей пара на миллион, — из 5 животных только 2 пережили 3—4 недели; три остальных пали самое позднее после 4-кратного воздействия; собака перенесла такую концентрацию только одну неделю; наоборот, кролик не обнаружил никаких признаков отравления⁸.

2. У человека хроническое отравление сероуглеродом отмечается значительно чаще, чем острое. В этом случае сероуглерод действует не как наркотик, поражающий центральную нервную систему, как это бывает при острых отравлениях, но как общий нервный яд, который может поражать любой отдел нервной системы. В этих случаях также отмечаются морфологические изменения, выражающиеся главным образом в жировой дегенерации ганглиозных клеток. Симптоматология подобного рода нервного поражения чрезвычайно изменчива, разносторонняя и зависит, помимо индивидуальной чувствительности, преимущественно от условий и места воздействия вещества. «При отравлении сероуглеродом возможно все» (Лауденгеймер)⁴.

Хроническое отравление обычно начинается общими расстройствами, трудно устанавливаемыми объективными методами исследования; эти расстройства — быстрая утомляемость, головокружение, тяжесть в ногах, постепенно усиливающиеся боли во лбу и висках, боли в суставах, расстройство обоняния и вкуса — вначале исчезают на свежем воздухе. Одновременно, в особенности у молодых лиц с пониженным питанием, отмечаются диспептические расстройства, отсутствие аппетита, в большинстве случаев сильные запоры, боли в области желудка, похудание. При продолжающемся отравлении наступают поражения двигательных нервов: в первую очередь чаще всего отмечается слабость разгибателей рук и ног, в особенности при напряжении, несколько позже ослабевают и сгибатели; затем наступает сравнительно сильная дрожь, контрактуры, напоминающие симптомы *tabes dorsalis*, и параличи. Может проявиться также и полиневрит чувствительных нервов: в этих случаях наступает потеря чувствительности целых отделов; например часто имеется «ощущение чужой руки» («ощущение перчатки») при дотрагивании рукой до собственных частей тела. Токсическое действие сероуглерода распространяется также и на центральную нервную систему и вызывает изменения темперамента, преходящие состояния возбуждения, болтливость, смешливое состояние, быстро сменяющееся депрессией, ослабленность, ослабление памяти, тупость и апатию. Позднее весьма часто наблюдается сильная боязливость и внушаемость (сероуглеродная истерия по Шарко). Отравление может также вызвать галлюцинации, длительное меланхолическое или маниакальное состояние, а в некоторых случаях почти полное угасание душевных функций. Наконец особенно характерно для хронического отравления сероуглеродом — поражение зрительных нервов; появляются расстройства зрения: утомление глаз при рассматривании предметов вблизи, затуманивание и потеря остроты зрения; часто наблюдаются скотомы, а также и центральная цветная скотома. Реакция зрачков сохраняется, хотя и становится вялой; роговичный рефлекс ослаблен, а иногда и совершенно отсутствует.

Легкие случаи хронического отравления сероуглеродом, при условии, если только прекращается воздействие паров вещества, заканчиваются выздоровлением; период выздоровления длится однако долго. Серьезные нервные поражения сохраняются довольно

долго 3; 4; 11; 12. В связи с этим следует указать, что по данным Лау-денгеймера в резиновой промышленности отмечено в 7 раз больше душевнобольных работников, чем на других производствах, не имеющих дела с сероуглеродом.

Терапия. При остром отравлении рекомендуется симптоматическое лечение: свежий воздух, analeptические средства (камфора кофеин и т. д.). В остальном ср. раздел «Лечение газотравленных».

При хроническом отравлении — удаление на длительный срок от источника отравления; хорошее питание, чистый воздух, теплые ванны. Сравнительно свежие случаи в этих условиях излечиваются, хотя и медленно. В тяжелых случаях с органическими поражениями следует ограничиться симптоматическим лечением; прогноз в большинстве случаев здесь неблагоприятен.

Профилактика. Хорошая вентиляция. Обновление воздуха в рабочих цехах. Бочки опорожнять под водой; хранение сероуглерода в резервуарах под водой; до применения оставлять его в закрытой системе труб. Обязательным постановлением НКТ СССР от 10/IV 1932 г. № 118 женский труд в производстве сероуглерода и при холодной вулканизации каучука воспрещен. Максимальная допустимая концентрация в рабочих помещениях — 0,01 мг/л. (Обяз. постанов. НКТ СССР от 11/VII 1930 г., № 232).

Определение. 1. Пропускают через крепкий спиртовой раствор едкого кали; слабо подкисляют уксусной кислотой, нейтрализуют углекислым кальцием; прибавляют раствор крахмала и титруют раствором иода до синего окрашивания¹⁴.

2. Пропускают через нагретую до 60° смесь 50 см³ 5%-ного азотно-кислого серебра и 5 см³ анилина, отфильтровывают образовавшееся сернистое серебро и определяют серную кислоту после обработки сплавом селитры с содой¹³.

3. В продуктах разложения вискозы кислотами сероуглерод определяют взвешиванием его соединения с триэтилфосфином. Это соединение получается пропусканием сероуглерода через охлажденный до —10° раствор триэтилфосфина в эфире².

Литература

1. Chevalier, Bull. Inspect. Trav. Paris, **30**, 166 (1922).
 2. Hegel, Ztschr. f. angew. Ch. **39**, 431 (1926).
 3. Köster, Arch. f. Psychiatr. **32** (1899) (там же литература); **33**, 872 (1906).
 4. Laudenheimer, Die Schwefelkohlenstoffvergiftung der Gummiarbeiter, Leipzig 1896.
 5. Lehmann, Arch. f. Hyg. **17**, 32 (1893).
 6. Lehmann, Arch. f. Hyg. **20**, 26 (1894).
 7. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 248, 373, 331, 337 (1927).
 8. Lutz, Diss. Würzburg 1913. Ср. также Lehmann, Arch. f. Hyg. **75**, 1 (1912).
 9. Mattei et Sedan, Ann. d'hygiène publ., ind. et soc. **2**, 385 (1924).
 10. Meyer u. Hopff, Ztschr. f. physiol. Ch. **126**, 281 (1923).
 11. Mutschlechner, Dtsch. med. Wchschr. **1924**, № 7.
 12. Quensel, Mschr. Psychiatr. **16** (1904), (там же литература).
 - 12a. Rodenacker, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. **8**, 17 (1931).
 13. Schmitz-Dumont, Chem.-Ztg. **21**, 487, 510 (1897).
 14. Wiener, Arch. f. Hyg. **65**, 93 (1908).
- Ср. также Floret, Erkrankungen durch Schwefelkohlenstoff (Aerztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen, S. 44, Berlin 1930)

Дополнительная литература

- Baader, Mediz. Klin. № 50, 1740 (1933).
Kötsing, Sammlung von Vergiftungsfällen № 4 (1933).

- Krause, Ztschr. f. d. ges. Neurol. 134, 139 (1931).
 Raneletti, Arch. f. Gewerbepathol., 2, 664 (1931).
 Weise, Arch. f. Gewerbepathol. 4, 219 (1933).
 Аверьянов и Гурвич, Вентиляция пром. предприятий, стр. 394, 1932.
 Барнабишвили, Применение сероуглерода в Чаквинском чайном совхозе. Гиг. труда № 1 (1934).
 Бреслав, Ленингр. медиц. журнал № 7 (1928).
 Вигдорчик, Профессиональная патология, стр. 297, Медгиз, 1930.
 Гельман, Введение в клинику профессиональных отравлений, стр. 167, Москва 1929.
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, стр. 133, 2-е изд., Соцэкгиз, 1931.
 Кишкина, Оздоровление труда и револ. быта, 13 (1926).
 Огарков, Оздоровл. труда и револ. быта, 13 (1926).
 Перегуд и Кузьмина, Методика определения малых количеств сероуглерода, Гиг. труда № 4 (1934).
 Памфилов (ред.), Промыленно-санитарная химия, стр. 206, Соцэкгиз, 1931.
 Розенбаум в книге Гельман, Правдин и Розенбаум: Профессиональная патология, стр. 148, Соцэкгиз, 1931.
 Хорошко, Медицинское обозрение № 10 (1913).
 Шварц, Гигиена безопасн. и патол. труда № 3, стр. 1 (1929).
 Правдин, Руководство промышленной токсикологии, Биомедгиз, вып. 1, 1934.
 Floret, Zur Diagnose der Schwefelkohlenstoffvergiftung. Zbl. f. Gewerbehyg. № 11 (1930).
 Quensel, Neue Erfahrungen über Geistesstörungen nach Schwefelkohlenstoffvergiftung, Monatsschrift f. Psych. u. Neurol. Bd. 16.
 Teiff, Schwefelkohlenstoff und sein Ersatz bei der Kaltvulkanisation von Kautschuk. Arbeiterschutz, H. 3, 1928.

Тиофен

Формула: C_4H_4S . Мол. в.: 84,09.

Нахождение и получение. Продажный бензол раньше содержал 0,5% тиофена, сейчас в общем только 0,15%. Его удаляют из бензола многократным промыванием последнего 2%-ным раствором дымящей или 3%-ным раствором 66%-ной серной кислоты; при этом преимущественно в виде тиофенсульфоновой кислоты; свинцовая соль последней при перегонке хлористым аммонием дает тиофен.

Свойства. Бесцветная жидкость, напоминающая по запаху лук, отчасти бензол; темп. кип. 84° ; уд. в. при 20° 1,062; вес литра пара 5,49 г.

Токсическое действие. По Рамбузеку¹ концентрация жидкости 30—50 $см^3/м^3$, или 30—50 $мг/л$, что соответствует 8 700—14 500 частей пара на миллион, при экспозиции в 1 час не действует на животных, в то время как такие же концентрации бензола вызывают непосредственно токсический эффект.

Наши собственные опыты² на мышах с чистым тиофеном однако не подтверждают этих данных. Уже при вдыхании концентрации 10 $мг/л$, или 2 900 частей пара на миллион, наступает спустя $\frac{3}{4}$ —2½ часа боковое положение, иногда со смертельным исходом; этого не бывает при тех же концентрациях бензола. В два раза большая концентрация тиофена приводит в среднем через $\frac{3}{4}$ часа к боковому положению, в $\frac{1}{3}$ случаев наступает смерть либо между 1—2½ часами, либо спустя 1—2 дня. 30 $мг/л$, или 8 700 частей пара на миллион, всегда вызывают смерть через 20—80 мин. Эти же концентрации бензола обычно не вызывают смерти у мышей. При вскрытии мышей, павших во время опыта или тотчас после него, находят отек легких и эмфизему, а у павших спустя 1 и более дней или же у выживших, но убитых через 7—12 дней, находят наряду с незначительной эмфиземой легких и своеобразный застой печени. Отмечаемое при дыха-

нии бензола характерное дрожание и ригидность хвоста (проявление судорог) имеются и при тиофене.

Литература

1. Ramboisek, Gewerbliche Vergiftungen, S. 259, 1911.
2. Thieme, Diss. Würzburg 1931.

Дополнительная литература

Гродзовский, Анализ воздуха в пром. предприятиях, Соцэкгиз (1931).

Галоидозамещенные углеводороды жирного ряда

Галоидозамещенные жирных углеводородов действуют фармакологически сильнее, чем те углеводороды, от которых они образованы. Усиление действия вызывается не одним лишь галоидом, как таковым, а всей молекулой в целом. У всех галоидозамещенных жирных углеводородов с качественной стороны действие в общем весьма близкое: вначале большее или меньшее раздражение слизистых оболочек, в дальнейшем появляются признаки возбуждения, дрожь, шатающаяся походка и другие нарушения координации, иногда также легкие судороги (стадия возбуждения). Затем только наступает стадия расслабления или наркоза: паралич центральной нервной системы с расслаблением мускулатуры, исчезновением рефлексов, побледнением, замедленным дыханием. Более продолжительное воздействие может вызвать смерть от остановки дыхания. Внезапное воздействие больших количеств вызывает иногда быстрый паралич сердца. Галоидозамещенные жирных углеводородов не только действуют сильнее на центральную нервную систему сравнительно с соответствующими углеводородами, но действуют кроме того на разные другие ткани организма, тяжело поражая протоплазму. Это действие особенно резко выражено у высших членов этого ряда и состоит в поражении сердца, вызванном, с одной стороны, расслаблением мускулатуры, с другой — нарушением его нервной координации; исход нередко бывает смертельным. Более длительное воздействие может привести к дегенеративным изменениям сердца, печени, почек, а иногда и поджелудочной железы. Несмотря на кажущееся полное выздоровление от наркоза, в результате этих поражений может спустя несколько дней наступить смерть.

Хлороформ и четыреххлористый углерод, а также тетра- и пентахлорэтан вызывают жировую инфильтрацию почек. Наоборот, насколько это известно до сего времени, дихлорметан, хлористый этилен и гексахлорэтан такого действия не оказывают⁶.

По данным Малова⁶ хлористый этилен не вызывает жировой инфильтрации печени, но этому противоречат данные других авторов. Ср. «Хлористый этилен».

Хлорированные углеводороды действуют также в большей или меньшей степени гемолитически, в особенности дихлорметан, хлороформ, четыреххлористый углерод, хлористый этилен, хлористый этилен, трихлорэтан, тетрахлорэтан, пентахлорэтан⁸.

Пары некоторых галоидозамещенных жирных углеводородов, например хлористого этилена², могут вызывать помутнение роговицы.

Токсичность этих веществ примерно пропорциональна коэффициенту растворимости. Хлорпроизводные этана, у которых атомы хлора расположены у обоих углеродов, обладают особенно сильным последствием⁴.

По данным Лемана⁵ производные метана сравнительно с производными этана в общем менее ядовиты; производные этилена зани-

Перечень важных с токсикологической точки зрения галогенпроизводных углеводородов жирного ряда

Наименование	Формула	Мол. в.	Темп. кип. в °C
1. Насыщенные соединения			
Производные метана:			
Хлористый метил	CH_3Cl	50,48	-24
Бромистый метил	CH_3Br	94,94	4
Иодистый метил	CH_3I	141,94	42,5
Дихлорметан (хлористый метилен) . .	CH_2Cl_2	84,93	40
Хлороформ	CHCl_3	119,38	61
Бромоформ	CHBr_3	252,76	149,5
Четыреххлористый углерод (тетрахлорметан)	CCl_4	153,83	76,7
Производные этана:			
Хлористый этил	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$	64,50	12,5
Бромистый этил	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Br}$	108,96	38,5
Иодистый этил	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{I}$	155,96	72
Дихлорэтан (хлористый этилен) . . .	$\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl}$	98,95	83,7
Дибромэтан (бромистый этилен) . . .	$\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$	187,86	132
Хлористый этилиден (α -дихлорэтан) .	$\text{CH}_3 - \text{CHCl}_2$	98,95	57,3
Бромистый этилиден	$\text{CH}_3 - \text{CHBr}_2$	187,86	110
Трихлорэтан (α -трихлористый этенил, 1,1,1-трихлорэтан, метилхлороформ)	$\text{CH}_3 - \text{CCl}_3$	133,39	74,1
β -трихлорэтан (1,1,2-трихлорэтан) . .	$\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CHCl}_2$	133,39	113,5
сим.-тетрахлорэтан (четыреххлористый ацетилен)	$\text{CHCl}_2 - \text{CHCl}_2$	167,84	145,5
сим.-тетрабромэтан (четырехбромистый ацетилен)	$\text{CHBr}_2 - \text{CHBr}_2$	345,68	137 (36 мм)
ас.-тетрахлорэтан (четыреххлористый ацетилен)	$\text{CCl}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$	167,85	130,5
Пентахлорэтан	$\text{CCl}_3 - \text{CHCl}_2$	202,29	162
Гексахлорэтан (перхлорэтан)	$\text{CCl}_3 - \text{CCl}_3$	236,74	185
Производные насыщенных высших углеводородов:			
Хлористый пропил	$\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$	78,51	46,5
Бромистый пропил	$\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$	122,97	71
Хлористый изобутил	$\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$	92,53	68,9
2. Ненасыщенные соединения			
Производные этилена:			
Хлористый винил (моноклорэтилен) . .	$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	62,48	-15
сим.-дихлорэтилен (двуххлористый аце- тилен)	$\text{CHCl} = \text{CHCl}$	96,93	55
ас.-дихлорэтилен (двуххлористый ацети- лиден)	$\text{CH}_2 = \text{CCl}_2$	96,93	37
Трихлорэтилен ("три")	$\text{CHCl} = \text{CCl}_2$	131,38	87
Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен) . .	$\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$	165,83	121
Производные ацетилена:			
Дибромацетилен	$\text{CBr} \equiv \text{CBr}$	183,83	76
Диоацетилен	$\text{CJ} \equiv \text{CJ}$	277,84	темп. плав. 82°

мают среднее место между ними. Некоторые производные метана однако очень токсичны *. При увеличении содержания хлора в любом из этих трех рядов токсичность падает.

Данные о степени наркотического действия и токсичности, приводимые различными авторами, несколько расходятся.

Токсичность, определенная по времени наступления легкого наркоза (по Леману)⁵

	Относительная токсичность	Относительная летучесть
Четыреххлористый углерод	1,0	4,1
Тетрахлорэтилен	1,6	1,0
Трихлорэтилен	1,7	2,2
Дихлорэтилен	1,7	5,8
Хлороформ (трихлорметан)	2,2	6,3
Пентахлорэтан	6,2	0,17
Тетрахлорэтан	9,1	0,2

Как видно из вышеприведенной таблицы, четыреххлористый углерод обладает наименьшей токсичностью; значительно токсичнее тетра- и пентахлорэтан. Тетрахлорэтилен и трихлорэтилен весьма близки по своему действию; в малых дозах они более токсичны, чем хлороформ и хлористый метилен, а в больших — менее.

Если учесть условия практического применения веществ, т. е. свободное их испарение, то вышеуказанные «однофазные» цифры токсичности изменяются и получаются установленные Леманом⁵ определенные по моменту наступления наркоза следующие

«Двухфазные» цифры токсичности **

Пентахлорэтан	1,0 (подобно тетрахлорэтилену)
Тетрахлорэтан	1,8
Трихлорэтилен	3,8
Четыреххлористый углерод	4,1
Дихлорэтилен	9,9
Хлороформ	13,9

Иоахимоглу³ в результате своих опытов на рыбах получил следующие сравнительные величины наркотического действия:

Дихлорметан	0,31	Тетрахлорэтилен	6,2
Дихлорэтилен	0,37	Тетрахлорэтан	13,1
Хлороформ	1,0	Трихлорэтилен	13,1
Дихлорэтилен	1,0	Пентахлорэтан	20,0
Четыреххлористый углерод	1,5	Гексахлорэтан	59,1
Хлористый этилиден	2,7		

* См. например указания о токсичности моногалогенных производных метана на стр. 412 и сл. Ред.

** «Двухфазные» цифры токсичности получены Леманом путем умножения цифр относительной токсичности на относительную летучесть соответствующих веществ (см. предыдущую таблицу). Ред.

Подобным же образом в дыхательных опытах на белых мышах Мюллер⁷ обнаружил следующее последовательное возрастание действия галоидозамещенных углеводородов.

Наркоз	Токсичность
Хлористый пропил	Хлористый пропил
Бромистый этил	Дихлорэтилен
Бромистый метилен	Хлористый этилиден
Хлористый этилиден	Хлористый метилен
Бромистый пропил	Бромистый пропил
Дихлорэтилен	Хлористый этилен
Четыреххлористый углерод	Бромистый этил
Хлористый этилен	Хлороформ
Хлороформ	Четыреххлористый углерод
Тетрахлорэтан	Тетрахлорэтан

Лазарев⁴, напротив, приводит следующую таблицу соединений, расположенных по возрастающей силе их действия на белых мышей при 2-часовой экспозиции:

Легкий наркоз	Токсичность
Хлористый этил	Хлористый этил
Четыреххлористый углерод	Хлористый этилен
1, 1, 1-трихлорэтан	Четыреххлористый углерод
Хлористый этилиден	1,1,1-трихлорэтан
Хлористый метилен	1,1,2-трихлорэтан
Трихлорэтилен	Хлористый метилен
Хлороформ	Трихлорэтилен
Хлористый этилен	Тетрахлорэтилен
Перхлорэтилен	Тетрахлорэтан
1, 2, 3-трихлорэтан	Хлороформ
Тетрахлорэтан	Хлористый этилен
Пентахлорэтан	Пентахлорэтан

Моногалоидные производные метана в общем токсичнее соответствующих соединений этана, иодистые производные токсичнее бромистых¹.

При испытании токсичности бромированных углеводородов Глазер и Фриш² получили следующий ряд:

Тетрабромэтан	Практически нетоксичен
Бромистый этил	1
Бромистый этилен	8
Бромистый метил	8

Однако при свободном испарении (двухфазная токсичность) по данным Лемана бромистый этил в 2 раза токсичнее бромистого этилена.

При воздействии бромистого этилена и бромистого метила смерть может наступить еще до наступления наркоза.

Вдыхание больших концентраций этих веществ при коротких экспозициях переносится легче, чем длительное вдыхание малых концентраций.

Литература

1. Bachem, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 122, 69 (1927).
2. Glaser u. Frisch, Arch. f. Hyg. 101, 48 (1929).
3. Josephson, Biochem. Ztschr. 120, 263 (1923).
4. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 141, 19 (1920); Журн. эксп. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
5. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).
6. Малов, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 134, 168 (1928).
7. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 109, 276 (1925).
8. Plötz, Biochem. Ztschr. 103, 249 (1920).

Моногалоидные производные метана

Моногалоидные производные метана занимают особое место среди других галоидозамещенных жирных углеводородов. Их наркотическое действие сравнительно слабое и быстро проходящее, но они зато обладают высокой токсичностью. Это происходит вероятно благодаря тому, что они реагируют как легко омыляющиеся эфиры и по попадании в организм тотчас распадаются на метиловый спирт и на галоидный водород. Метиловый спирт производит свое характерное отравляющее действие на нервную систему и другие органы. Пока происходит вдыхание вещества, он непрерывно накапливается в организме. Поэтому, если в течение длительного времени вдыхать сравнительно малые, не действующие наркотически концентрации галоидозамещенного метана, могут все же наступить тяжелые отравления.

Хлористый метил

Формула: CH_3Cl . Мол. в.: 50,48.

Получение. Действием соляной кислоты на метиловый спирт под давлением.

Свойства. Бесцветный газ; плотность (воздух = 1) 1,7438; вес литра 2,10 г. При -24° сжижается, образуя жидкость с уд. в. 0,952. Один объем воды растворяет при 22° и 761 мм 1,77 объема хлористого метила³, а при 16° и 765 мм 2,8 объема.

Возможности отравления. При применении метилирования в технике; преимущественно однако в холодильной промышленности (при монтаже, ремонте, повреждениях труб в холодильных машинах).

См. раздел «Газы в холодильном деле».

Общий характер токсического действия. Сравнительно слабый наркотик; сильный нервный яд.

Явления отравления

а) У животных. 1. **Острое отравление.** Мыши. Концентрация в 7%, или 70 000 частей на миллион, что соответствует около 145 мг/л, при экспозиции $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа вызывает легкий наркоз³. При 4-часовой экспозиции уже концентрация в 1%, или 10 000 частей на миллион, что соответствует около 20 мг/л, является смертельной⁵.

Собаки²:

Мол/л	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспози- ция в часах	Действие
0,000716	36	17 000	1	через $\frac{1}{2}$ часа незначительная атаксия, через $\frac{3}{4}$ часа сон; выздоровление
0,001509	75	36 000	1	через 10 мин. беспокойство, слюнотечение; через 18 мин. рвота; через 25 мин. затруднение дыхания; выздоровление
0,00188	94	46 000	1	через 12 мин. затруднение дыхания, через 15 мин. атаксия, рвота; через $\frac{3}{4}$ часа пошатывание; смерть в течение 24 час.

2. Хроническое отравление⁵. Особенно чувствительны морские свинки, менее чувствительны кролики, сравнительно устойчивы белые мыши.

У морских свинок, вслед за коротким периодом возбуждения, скоро наступает апатия. При многократном вдыхании наступают параличи конечностей, отказ от корма, похудание, кашель; смерти предшествуют тяжелый бронхит и сильные судороги.

Кролики реагируют так же, как и морские свинки.

У мышей период возбуждения более длительный; у них отсутствуют раздражение дыхательных путей, параличи и судороги.

На вскрытии отмечается гиперемия, иногда также и кровоизлияния во внутренних органах, у кроликов — бронхопневмония.

Хроническое действие хлористого метила на животных⁵

Концентрация		Экспозиция	Действие на	
мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (с.м ³ /м ³)		мышей	морских свинок
30	15 000	2 дня подряд по 15 мин.	без видимых изменений	через день животные на вид здоровы, после второго дня опыта смерть в течение 24 час.
6	3 000	в течение 105 дней 51 раз по 15 мин., а в конце еще 6 раз по 1 часу	смерть	—
6	3 000	в течение 112 дней всего 47 раз по 15 мин. с двумя перерывами: 10 и 25 дней	—	после первых 15 опытов выздоровление; после следующих 12 плохое самочувствие, после следующих 20 смерть при явлениях судорог
6	3 000	в течение 18 дней 11—15 раз по 15 мин.	—	смерть
6	3 000	по 15 мин. в течение 3 дней подряд	—	смерть

б) У человека. При непродолжительном вдыхании умеренных концентраций: головная боль, утомляемость, сонливость, тошнота, рвота, шатающаяся походка. На свежем воздухе эти симптомы быстро исчезают.

Более длительное подострое или хроническое воздействие малых концентраций вызывает головокружение, состояние опьянения, в дальнейшем апатию, отсутствие аппетита, длительное состояние сонливости, не исчезающую в течение многих дней слабость в ногах и неуверенную походку; наблюдались также расстройства зрения. Иногда наступает смерть в коматозном состоянии при явлениях судорог.

Выделение идет очень медленно и преимущественно через легкие. Запах хлористого метила еще долгое время спустя ощущается в выделяемом воздухе.

По данным Бекера² токсичность хлористого метила объясняется действием мало изученных примесей его, которые повидимому содержатся в особенности в технических препаратах, применяемых для охлаждения. Но это положение мало объясняет причины токсичности хлористого метила.

Определение ведется путем абсорбирования сухого газа ледяной уксусной кислотой в бюретке Гемпеля. При содержании хлористого метила меньше 30% возможны ошибки в пределах 5%.

Литература

1. Allison a. Meighan, Ind. and Engin. Chem. 11, 943 (1919).
2. Baker, Journ. Amer. med. Assoc. 88, 1137 (1927).
3. Merzbach, Ztschr. exper. Med. 63, 383 (1928).
4. Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch. 112, 55 (1921).
5. Schwarz, Dtsch. Ztschr. gerichtl. Med. 7, 248 (1926) (там же приведена литература).

Дополнительная литература

- Junek, Journ. of the royal sanitary Inst. № 5 (1930).
 White a. Somers, Toxicity of methyl chloride for laboratory animals, Journ. ind. Hyg. XIII, № 8 (1931).

Бромистый метил

Формула: CH_3Br . Мол. в.: 94,94.

Получение. Путем воздействия бромистого водорода *in statu nascenti* на метиловый спирт. Реакция идет при подогревании.

Свойства. Газ с запахом эфира; при 4° сгущается в жидкость; уд. в. при 0° 1,732; вес литра газа 3,95 г; 1 объем воды при 23° и 754 мм растворяет 2,95 объема бромистого метила⁶.

Возможности отравления. При применении его в химической промышленности; в холодильной промышленности (ср. хлористый метил); при работе с огнетушителями.

Последний случай представляется особенно опасным потому, что пары бромистого метила при высокой температуре разлагаются^{3, 13}. Ср. раздел «Современные средства огнетушения».

Общий характер токсического действия такой же, как и у хлористого метила, но еще более сильно выраженный.

Явления отравления

1. У животных (см. табл. на стр. 415).
2. У человека. Вначале, в зависимости от концентрации, только головная боль, утомление, головокружение, рвота, нередко также и расстройство зрения (двоение в глазах); слабость, неуверенная походка, дрожание, приступы судорог, обморок. В некоторых случаях, в особенности при воздействии небольших концентраций, эти первоначальные признаки могут почти полностью отсутствовать, и только спустя некоторое время, иногда несколько дней, они могут появиться (так называемый латентный период). Иногда они могут вновь исчезнуть и лишь после некоторого периода благополучия, продолжающегося часами, днями или неделями, появляются тяжелые симптомы: подергивания, судороги эпилептического характера, контрактуры отдельных групп мышц (сведение челюстей, расстрой-

Вид животного	Концентрация			Экспозиция	Действие
	мол/л	мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (прибл.)		
Мышь ²	0,000008	0,8	200	—	легко переносится и только после многих часов наступает наркоз; выздоровление смерть спустя 6 час. смерть спустя 75 мин.
	0,000017	1,6	400	24 часа	
	0,001	95	24 500	25 мин.	
Мышь ¹¹	0,0012	115	30 000	1/2—3/4 часа	легкий наркоз; дальнейшего наблюдения не велось
Кролик ⁸	0,0008—0,0012	80—115	20 000—30 000	25—30 м.	смерть
	0,000036 0,00036	3,5 35	900 9 000	? 1 час	не смертельно через 15 мин. слюнотечение, через 1/2 часа одышка, через 1 час — боковое положение, через 1 ч. 20 м. смерть
Собака ¹⁰	0,00054	52	13 500	1 1/2 часа	те же явления, но боковое положение уже спустя 3/4 часа; через 1 1/2 часа — смерть

ства зрения, двоение в глазах, кровоизлияния в сетчатку, расширенные неподвижные зрачки). Наблюдалось также повышение температуры.

В тяжелых случаях отмечены припадки буйного бреда и помешательства. Нередко наступает смерть в коматозном состоянии. При вскрытии обнаруживают преимущественно кровоизлияния в мозг.

Даже в тяжелых случаях возможно выздоровление, но оно длится очень долго. Еще в течение месяцев и даже лет могут оставаться последствия: неуверенная походка, усталость, забывчивость, раздражительность, повышенная рефлекторная возбудимость, чувство сильного голода, ослабление остроты зрения и т. д. При более легких отравлениях подобные поражения могут отсутствовать. Минимально действующая на человека при вдыхании концентрация бромистого метила в точности не известна, однако можно предположить, что она очень низка.

Характерный для бромистого метила скрытый период дает основание предполагать, что в течение этого именно времени и развивается вторичное поражение. В животном организме уже спустя 30 мин. не удается обнаружить неизмененного бромистого метила.

Механизм действия бромистого метила еще не ясен. Вернее всего предположение, что в организме происходит отщепление метилового спирта или формальдегида. Последний, возникая внутриклеточно, безусловно может вызвать тяжелые поражения нервной системы.

Индикация. 100 л освобожденного от углекислоты воздуха пропускают через раствор метилата натрия; последний, подкисленный азотной кислотой, титруют по Фольгарду 0,01 N раствором серебра.

Терапия. Чисто симптоматическая.

Литература

1. Adler-Herzmark, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 4, 161 (1927).
2. Bachem, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 122, 69 (1927) (там же приведена более старая литература).
3. Elner von Gronow, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 4, 161 (1927).
4. Floret, Zentralblatt Gewerbehyg. 3, 146 (1915).
5. Glaser, Dtsch. Ztschr. gerichtl. Med. 12, 473 (1928).
6. Goldschmidt u. Kuhn, Zentralblatt Gewerbehyg. 8, 26 (1920).
7. Jaquet, Dtsch. Arch. f. klin. Med. 71 (1901).
8. Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 447, 1928.
9. Löffler u. Rüttemeyer, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen (3) 60, 60 (1920).
10. Merzbach, Ztschr. exper. Med. 63, 383 (1928).
11. Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch. 112, 55 (1921).
12. Rohrer, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen (3) 60, 1 (1920).
13. Stahl, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 5, 78 (1928).
14. Steiger, Münch. med. Wchschr. 1918, 753.

Дополнительная литература

Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. орган. и охр. труда, № 14—15 (1932).

Иодистый метил

Формула: CH_3I . Мол. в.: 141,94.

Получение. Действием иода и красного фосфора на метиловый спирт.

Свойства. Жидкость; темп. кип. $42,5^\circ$; уд. в. при 20° 2,274; вес литра пара 5,90 г.

Возможности отравления. При применении для метилирования в химической промышленности.

Общий характер токсического действия такой же, как и у хлористого и бромистого метила, но еще более резко выраженный.

Признаки отравления

1. У животных. Мыши¹:

Концентрация			Экспозиция	Действие
мол/л	мг/л (прибл.)	частей пара на миллион (прибли- зит.)		
0,0000022	0,31	53	?	только некоторая вялость
0,000003	0,43	73	24 часа	смерть
0,0003	43	7300	$1/4 - 1/2$ часа	боковое положение; смерть через 1 час
0,0032	450	77500	несколько минут	глубокий наркоз; смерть через 10 мин.

2. У человека. В литературе описан только один единственный случай, при котором отмечено легкое оглушение, неясное зрение, а также двоение в глазах; головокружение, мышечная слабость. Через 11 дней приступы возбуждения и полная спутанность. Восста-

новление нормального сознания лишь через 14 дней. Еще спустя 3 недели — головокружение и мелькание в глазах. Через 1½ года еще отмечалось снижение умственных способностей².

Литература

1. Bachem, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., 122, 69 (1927).
2. Jaquet, Dtsch. Arch. f. klin. Med., 71, 370 (1901)

Хлористый метилен (дихлорметан)

Формула: CH_2Cl_2 . **Мол. в.:** 84,93

Получение. Обработкой спиртового раствора хлороформа цинком и соляной кислотой.

Свойства. Жидкость; темп. кип. 40° ; уд. в. при 15° 1,335; вес литра пара 3,53 г. Не горит. Технический 98—100%-ный продукт кипит при $40\text{—}42^\circ$; уд. в. при 20° 1,328; испаряется в 1,8 раза медленнее эфира.

Возможности отравления. При применении его в качестве растворителя. Химически чистый препарат известен в медицине под названием «солестин» и употребляется для так называемого Rausch-наркоза (быстро наступающее, но непродолжительное оглушение).

Общий характер токсического действия. Наркотик со сравнительно быстро проходящим действием и сравнительно малой токсичностью. Раздражающее действие его более сильное, чем у хлороформа.

По Мюллеру⁴ технический хлористый метилен отличается по своему действию от чистого солестина: первый вызывает у белых мышей изменение органов, жировое перерождение печени и почек — картину, наблюдаемую у наркотизированных хлороформом животных; при солестине же органы совершенно нормальны.

Явления отравления

1. У животных. *Мыши.* Концентрация в 20 мг/л, или около 5800 частей пара на миллион, при 6-часовой экспозиции вызывает через 4½ часа боковое положение, а через 6 час. — глубокий наркоз. Через 2—3 часа — выздоровление (по собственным неопубликованным данным).

При 2-часовой экспозиции для получения бокового положения необходима концентрация минимум 30—35 мг/л, или 8700—10 000 частей пара на миллион.

При той же экспозиции для получения глубокого наркоза необходима концентрация минимум 35 мг/л, или 10 000 частей пара на миллион, а для получения смертельного исхода — концентрация минимум 50 мг/л, или 14 500 частей пара на миллион³.

24 мг/л, или 7000 частей пара на миллион, при 2-часовой экспозиции не вызвали бокового положения. 50 мг/л, или 14 500 частей пара на миллион, вызвали боковое положение через 8—15 мин., а концентрация 62—63 мг/л, или около 18 000 частей на миллион — через 6—11 мин.; при 1½-часовой экспозиции последняя концентрация вызвала смерть, наступавшую в период от ½ часа до 5 дней⁴.

Морские свинки, кролики, кошки, собаки
(статистическая затравка, собственные неопубликованные данные)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /ж ³) (приблизит.)	Экспозиция в часах	Морские свинки	Кролики	Кошки	Собаки	Мор. свинки	Кролики	Кошки	Собаки
			легкий наркоз через				возвращение к норме через			
14	4000	6	—	около 6 ч.	—	2½ ч.	1/4 ч.	тотчас же	1 ч.	около 1/3 ч.
21	6100	6	2—2½ ч.	¾ ч.	¾ ч.	2 ч.	1/4 ч.	1/2 часа, но через 24 часа смерть	1 ч.	около 1/3 ч.

Кролики после этого делаются повидимому особенно чувствительными к хлористому метилену.

2. У человека. До сих пор в литературе не описаны случаи отравления техническим хлористым метиленом.

В 1903 г. был предложен для наркоза препарат¹ под названием «наркотил», неправильно обозначавшийся двуххлористым метиленом. В действительности он представлял собою смесь из хлористого метила и хлористого этила; при применении этого препарата были отмечены явления отравления.

Вошедший с 1922 г. в употребление чистый хлористый метилен «солестин» имеет более широкие показания для целей наркоза, чем хлороформ, однако по силе своего действия и по продолжительности его он в 2—3½ раза уступает хлороформу. Наркотическая и токсическая доза его весьма близки друг к другу; солестин поэтому употребляется не для получения полного наркоза, а лишь для получения состояния оглушения (Rauschnarkose) или перед полным наркозом.

Литература

1. Eastham, Lancet 1903, 1091.
2. Hellwig, Klin. Wschr. 1922, № 5.
3. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
4. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 109, 276 (1925).

Хлороформ

Формула: CHCl₃. Мол. в.: 119,38

Получение. Путем обработки хлорной известью спирта, ацетальдегида или ацетона.

Свойства. Бесцветная жидкость со своеобразным запахом и сладковатым вкусом. Не горит; темп. кип. 61,2°; уд. в. при 20° 1,489; вес литра пара 4,97 г. При 20° растворяется в воде до 1% хлороформа. Для предотвращения разложения при хранении прибавляют в продажный продукт до 1% чистого спирта, удельный вес этого продукта при 20° 1,474—1,478.

Общий характер токсического действия. При вдыхании пары оказывают наркотическое и раздражающее действие. Иногда вызывает поражение органов.

Возможности отравления. При получении, при разливе; в химической промышленности; при применении его в качестве растворителя (редко!); при наркозе в медицинской практике.

Явления отравления

а) У животных. 1. Острое отравление. Вначале отмечается местное раздражение слизистых оболочек; затем более или менее быстро наступает период возбуждения, сонливость, пошатывание, боковое положение, сперва легкий, а потом глубокий наркоз и наконец смерть от паралича дыхания.

Время наступления этих симптомов зависит от концентрации и экспозиции. Для разных видов животных как минимально наркотическая, так и минимально смертельная концентрация различны. В результате длительного наркоза может иногда, спустя много часов или дней, наступить смерть. Очень высокие концентрации быстро вызывают смерть от паралича сердца.

Ниже приводятся средние данные, полученные на основании опытов разных исследователей.

Мыши 3; 4; 7; 8; 13; 14; 15;

Концентрация		Экспозиция в часах	Действие
мг/л	частей пара на миллион (с.м. ³ /м. ³) (приблизит.)		
до 12	2 500	до 2	отсутствие заметного действия через 1 ч. боковое положение и легкий наркоз; выздоровление через 20 мин. боковое положение; через 30 мин. — глубокий наркоз; выздоровление смерть через $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа глубокий наркоз; иногда смерть через 1—9 дней глубокий наркоз; выздоровление глубокий наркоз; смерть через $\frac{1}{2}$ —1 день через 3—4 мин. боковое положение; через 4—5 мин. легкий наркоз; через 6—9 мин. глубокий наркоз; через $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа смерть
16,5	3 400	$1\frac{1}{2}$	
20	4 100	$\frac{1}{2}$	
20—30	4 100—6 150	$\frac{2}{3}$ —1	
36	7 400	$\frac{1}{4}$	
45—55	9 200—11 250	$\frac{1}{2}$	

Крысы 4; 7. Наркотическая концентрация примерно 1%, или 10 000 частей пара на миллион, что соответствует примерно 50 мг/л; смертельная концентрация несколько выше.

Морские свинки 15:

Концентрация		Экспозиция в часах	Действие
мг/л	частей пара на миллион (с.м. ³ /м. ³) (приблизит.)		
33	6 800	1	через 40 мин. боковое положение; через 55 мин. легкий наркоз; выздоровление через 10—15 мин. боковое положение; через 15—20 мин. легкий наркоз; через 18—25 мин. глубокий наркоз через 5—6 мин. боковое положение; через 5—8 мин. легкий наркоз; через 8—16 мин. глубокий наркоз; через 10—30 мин. смерть
40—65	8 200—13 500	1	
80—100	16 500—20 500	1	

Кролики 7; 9:

Концентрация		Экспози- ция в часах	Действие
мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)		
10	2 100	7	переносят без особых явлений
27.5—30	5 600—6 200	1	через 40 мин. легкий наркоз; через 1 час еще нет глубокого наркоза
40	8 200	1	через 30 мин. боковое положение; через 1 час еще нет глубокого наркоза
60	12 000	2	через 30 мин. глубокий наркоз; через 2 часа смерть
72.5	15 000	1	через 40 мин. глубокий наркоз; через 1 час смерть

Собаки 7; 15:

Концентрация		Экспози- ция в часах	Действие
мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)		
80—100	16 500—20 500	1/2	через несколько минут наркоз; выздоровление
140	29 000	2 3/4	смерть смерть

Кошки 7; 9:

Концентрация		Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Возвращение к норме
мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)					
45	9 200	5 час.	35 мин.	35 мин.	—	через 1/2 часа
60	12 000	4 3/4 часа	20 мин.	2 1/2 часа	4 3/4 часа	началось через 3/4 часа
90	18 500	70 мин.	7 мин.	40 мин.	70 мин.	началось через 10 мин.
165	34 000	3/4 часа	2 1/2 мин.	20 мин.	40 мин.	началось через 3/4 часа
200	41 000	1 1/2 часа	1 1/4 мин.	10 мин.	24 мин.	в пределах 12 час.

2. Хроническое отравление⁹. Кролики. Концентрация в среднем 9 мг/л, или приблизительно 1800 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции в 7 час. в течение 2—4 дней подряд вызывает по большей части смерть уже на 2-ой, а самое позднее на 4-й день.

Кошки легче переносят примерно те же концентрации по 6 час. ежедневно; имеются случаи смерти через 2—8 дней, но наряду с этим имеется и выживание при 17-дневном воздействии; из симптомов заболевания отмечены только рвота и исхудание.

б) У человека. 1. **Острое отравление.** Вдыхание концентрированных паров хлороформа вызывает вначале раздражение слизистых оболочек глаз, рта и носа, слезотечение и слюнотечение, рефлекторную задержку дыхания, ощущение удушья с одновременным учащением пульса. Часто бывают позывы на рвоту; иногда дрожь; спутанность сознания, забытие. Иногда в этом периоде наступает внезапная смерть от шока.

Собственно наркозу предшествует период возбуждения, более выраженный у мужчин, особенно у алкоголиков; сам наркоз ведет к полной потере рефлексов, чувствительности и сознания. Это состояние может поддерживаться в течение часов при условии осторожного применения хлороформа. Все же при этом концентрация хлороформа в крови (примерно 0,25 г/л) очень близка к концентрации, могущей вызвать паралич сердца, и поэтому легко может наступить внезапная остановка сердца.

Смерть может также наступить как во время пробуждения от наркоза, так и в течение более или менее длительного периода после пробуждения; смерть наблюдается преимущественно у особо чувствительных к хлороформу лиц при повторении наркоза в течение короткого периода времени.

Последствие хлороформа заключается в неправильном отплевании желудка, рвоте, давлении и боли в области печени, в желтухе, нарушении сердечной деятельности, глюкозурии, нарушениях со стороны крови. Иногда отмечается также острая желтая атрофия печени. В некоторых случаях спустя 3—4 дня наступает смерть при помраченном сознании. Отмечается дегенеративное ожирение печени.

Эти явления последствия вызываются главным образом общим воздействием на протоплазму клеток; хлороформ образует с белками клеток сложные продукты; окислительные процессы понижаются, а белковый обмен повышается.

Фюнер⁵ объясняет поздние случаи смерти от вдыхания хлороформа образованием в организме продуктов его окисления (фосгена и др.), поэтому, на основании своих опытов на животных, он рекомендует дезинтоксикацию спиртом в количествах, вызывающих сонливость и эйфорию.

Наркотическая доза у человека зависит от индивидуальных особенностей организма. В общем достаточна концентрация, несколько превышающая 1%, в среднем 1,4—1,6% содержания в воздухе паров хлороформа, или 14 000—16 000 частей пара на миллион, что соответствует около 70—80 мг/л. Разница между наркотической и токсической концентрацией равна лишь примерно одному объемному проценту.

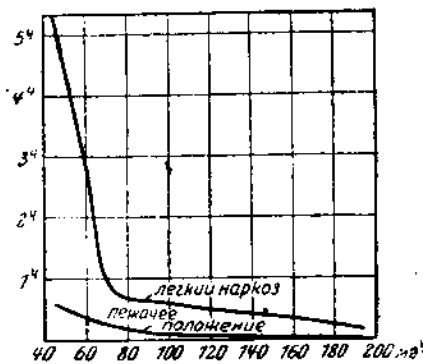


Рис. 29. Острое отравление хлороформом. Опытные животные: кошки; схема (по Леману).

Подробнее о наркозе см. разделы «Общая токсикология» и «Применение газов в медицине».

Токсичность паров хлороформа для человека

Экспозиция и действие	Концентрация	
	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
а) По Леману-Гессу:		
При вдыхании в течение 1/2 — 1 часа смерть либо немедленно, либо позднее	200	41 000
„ „ в течение 1/2 — 1 часа переносимо	30 — 40	6 200 — 8 200
„ „ в течение 6 час. переносится без особых изменений	20 — 30	4 100 — 6 200
б) По Флюри 2:		
При вдыхании в течение 5 — 10 мин. смертельно	120	25 000
„ „ в течение 1/2 — 1 часа опасно	75	15 000
„ „ в течение 1/2 — 1 часа переносимо	24	5 000

При воздействии паров хлороформа отмечаются также поражения глаз. Так, при наливании хлороформа появилось дрожание глаз (нистагм) при взгляде вверх и вниз.

В одном казуистическом случае при хлороформном наркозе имело место отслоение клетчатки ¹¹. В другом же случае возникшие при производстве хлороформа заболевания глаз и дыхательных путей пришлось отнести не за счет самого хлороформа, а за счет применявшейся на производстве хлорной извести ⁶.

Человек абсорбирует из воздуха в течение первого 1/2 часа 74—80% паров хлороформа, после этого процент абсорбции падает до 60. Кролик абсорбирует примерно только половину ¹⁰.

Выделение хлороформа происходит преимущественно легкими, в очень небольшой части также и мочой; часть хлороформа разлагается в организме и выделяется мочой в виде хлоридов.

Абсорбирования паров хлороформа через кожу не происходит ¹.

2. Хроническое отравление. Длительное вдыхание умеренных количеств паров хлороформа для получения опьянения (хлороформизм) дает клиническую картину, напоминающую хронический алкоголизм: нарушение пищеварительных функций, потеря аппетита, рвота, исхудание, кахексия; общее нервное состояние, бессонница, галлюцинации, депрессия, лабильное душевное состояние, психические заболевания.

Терапия острого отравления: свежий воздух, искусственное дыхание и т. д., возбуждающие средства, как камфора и ее заменители, кофеин. В остальном ср. раздел «Лечение газоотравленных».

Определение. Пропускание паров через находящиеся в охлаждающей смеси приемники с абсолютным алкоголем; алкоголь затем подогревается в течение 10 час. с металлическим натрием в обратном холодильнике и наконец после разведения равным количеством воды титрование азотнокислым серебром ¹⁰.

Литература

1. Drescher, Diss. Würzburg 1920.
2. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 98, 65 (1924).
3. Fühner, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 97, 86 (1923).
4. Fühner, Biochem. Ztschr. 115, 235 (1921).
5. Fühner, Dtsch. med. Wchschr. 1929, 1331.
6. Яковлева, Гигиена Труда 1926, 46.
7. Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmacologie Bd. 1, S. 208, 1923 (там же более старая литература).
8. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 114, 14 (1924).
9. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).
10. Lehmann u. Hasegawa, Arch. f. Hyg. 72, 324 (1910).
11. Lewin-Guillery, Wirkungen von Arzneimitteln und Giften auf das Auge, Bd. 1, S. 40, 1905.
12. Madelung, Arch. f. Pathol. u. Pharmac. 62, 409 (1916).
13. Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch. 112, 55 (1921).
14. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 109, 276 (1925).
15. Wittgenstein, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 83, 234 (1918).

Дополнительная литература

Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. 1, стр. 111, Госхимтехиздат (1933).

Bresina, Internat. Übersicht. üb. Gewerbekrankheiten üb. d. Jahr 1919, стр. 51, Berlin (1922).

Тот же отчет за 1927—1929, стр. 64, Berlin (1931).

Зельдес, Клинич. медицина № 18 (1928).

Лазарев, Таблица растворимости ядовитых газов и паров. Приложение к русск. перев. книги Гендерсона и Хаггарда, Вредные газы в промышленности, 196, Гострудииздат, 1930.

Лазарев, Журн. эксперим. биол. и медиц. № 33, 319 (1929); Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmacol. 141, 19 (1929).

Лазарев, Брусиловская и Лавров. Arch. f. Gewerbepathol., 2, 641 (1931). Гигиена и безоп. труда № 2 (1933).

Бромоформ

Формула: CHBr_3 . Мол. в.: 252,76.

Получение. При подогревании ацетона с 20%-ным раствором соды при постепенном добавлении брома.

Свойства. Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим хлороформ. Темп. кип. $149,5^\circ$; уд. в. при 20° 2,890; вес литра пара 10,52 г. В воде растворяется примерно 0,7 объемн. процента. Бромоформ, употребляемый в фармации, содержит 1% чистого спирта, добавляемого для предохранения препарата от разложения; темп. кип. этого препарата $148-150^\circ$; уд. в. при 15° 2,814—2,818.

Общий характер токсического действия. Качественно такой же, как у хлороформа, но с более опасными явлениями последействия.

Явления отравления

1. У животных. **Собаки.** Одночасовое вдыхание концентрации в 20 см^3 жидкости на 100 л, или 580 мг/л, что соответствует 57 000 частей пара на миллион, вызвало через 8 мин. глубокий наркоз, а через час — смерть. При получасовом воздействии такой же концентрации (неочищенного препарата) глубокий наркоз наступил через $\frac{1}{2}$ часа; на следующий день — выздоровление. Повторная одночасовая ингаляция спустя 5 дней вызвала через 20 мин. глубокий наркоз. В дальнейшем почти непрерывный сон, длившийся 6 дней, вплоть до самой смерти (Мерцбах).

2. У человека. Вдыхание малых концентраций паров вызывает местное раздражение кожи, слезотечение, слюнотечение, раздра-

жение зева и гортани, покраснение лица. До сих пор неизвестны случаи тяжелых отравлений при ингаляции, в противоположность весьма частым случаям отравлений при принятии бромформа внутрь в качестве лекарственного средства.

Литература

Metzbach, Ztschr. exper. Med. 63, 386 (1928).

Четыреххлористый углерод

Формула: CCl_4 . Мол. в.: 153,83

Получение. Хлорированием сероуглерода в присутствии соответствующих катализаторов.

Свойства. Жидкость со сладковатым запахом. Темп. кип. $76,7^\circ$. Уд. в. при 20° 1,5944. Вес литра пара 6,39 г.

Возможности отравления. При применении в качестве растворяющего и экстрагирующего средства; средства для чистки и обезжиривания («бензиноформ», «асордин»), в частности также в виде так называемых жидких мыл: в качестве основы для приготовления средства против накипи; в качестве средства для тушения огня, для уничтожения насекомых, для мытья головы.

Отравления в большинстве случаев имеют место в закрытых помещениях, в которых испаряется теплый четыреххлористый углерод.

Вследствие возможности образования фосгена, применение его для целей тушения огня не вполне безопасно. Ср. раздел «Современные средства огнетушения».

Общий характер токсического действия. Вдыхание паров действует наркотически и раздражающе.

Явления отравления

1. У животных. Разные виды животных отличаются разной чувствительностью к четыреххлористому углероду.

а) Острое отравление.

Мыши. а) по Фюнеру²:

Концентрация		Экспозиция в часах	Боковое положение через мин.	Глубокий наркоз через мин.	Дальнейшее состояние
мг/л	частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)				
Ниже 36	Ниже 5 700	6	—	—	—
36	5 700	1	53	53	выздоровление
56	8 900	$\frac{1}{2}$	18	30	выздоровление
72	11 500	1	15—20	30—45	смерть в течение от 1 часа до 8 дней

б) По Лазареву⁵. При 2-часовой ингаляции: боковое положение наступает при концентрации минимум 40—50 мг/л, или 7200—8000 частей пара на миллион; глубокий наркоз при концентрации минимум 50 мг/л, или 8000 частей пара на миллион; смерть — при концентрации минимум 65—70 мг/л, или 10 400—11 000 частей пара на миллион.

с) По Мюллеру¹⁰ токсичность выше (см. табл. на стр. 425, а также раздел «Галонидозамещенные углеводороды жирного ряда»).

При вскрытии находят жировое перерождение сердца, почек и печени.

Морские свинки. Концентрация 80 мг/л, или 13 000 частей пара на миллион, вызывает наркоз через 40 минут.

Токсичность четыреххлористого углерода для мышей (по Мюллеру¹⁰)

Концентрация		Экспозиция	Боковое положение	Смерть через
мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)			
29	4 650	1½ часа	—	3 дня
44	7 000	1¼ " "	¾ часа	2 "
58	9 200	70 мин.	½ "	3 "

Кролики. По Фюнеру² у кроликов наркоз не наступает даже при ингаляции 10-кратной смертельной концентрации. При 3-часовом воздействии абсорбция вещества падает с максимального количества 35 до 5% взятой концентрации; из этого количества в течение 6 час. выделяется вновь 79%⁸.

Кошки⁶:

Концентрация		Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Дальнейшее состояние
мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)					
до 13	2 100	7 час.	без видимых явлений			
20	3 200	9 "	только усталость и апатия			
37	5 900	7 "	на 2-й и 3-й час частичный паралич; быстрое выздоровление			
60	9 500	7 "	1 ³ / ₄ часа	—	—	выздоровление
77	12 300	6 ¹ / ₂ часа	30 мин.	6 ¹ / ₄ часа	—	выздоровление
90	14 000	6 час.	13 "	4 ¹ / ₂ "	6 час.	выздоровление
210	33 500	2 ¹ / ₈ часа	7 "	1 ¹ / ₄ "	2 ¹ / ₂ часа	выздоровление
240	38 500	2 часа	5 "	1 ¹ / ₂ "	2 часа	смерть через 2 часа
260	41 500	1 ³ / ₄ часа	5 "	50 мин.	1 ³ / ₄ часа	выздоровление
445	71 000	50 мин.	5 "	25 "	50 мин.	выздоровление

До наступления наркоза отмечаются нарушение равновесия, подергивания и дрожь; в случаях выздоровления эти явления исчезают в обратной последовательности.

По последним данным Лемана⁷ наркоз наступает в несколько более короткие сроки.

Более высокие температуры (приблизительно 38°) не дают заметного повышения токсичности четыреххлористого углерода для кошек⁹.

Собаки. Концентрация 96 мг/л, или 15 500 частей пара на миллион, вызывает наркоз через 7 мин.⁹.

В зависимости от концентрации Ламсон⁴ различает 5 разных стадий (точнее, степеней — Ред.) отравления:

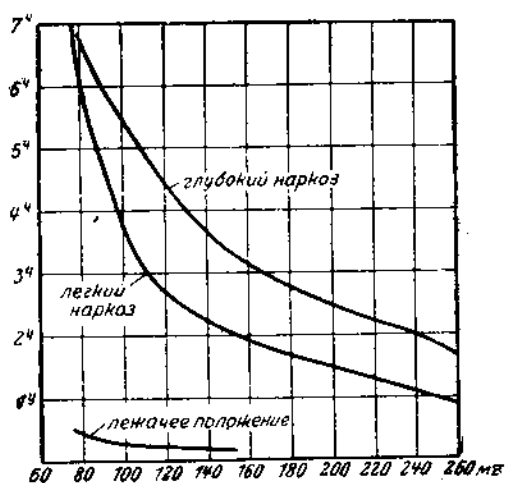


Рис. 30. Острое отравление четыреххлористым углеродом. Опытные животные: кошки; схема (по Леману).

Стадия	Концентрация		Экспозиция в часах	Действие
	мг/л	частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)		
I	40	6350	1	беспокойство, обнюхивание, боязливость, умеренное слюноотечение
II	51	7950	1	усиленное слюноотечение, сильное двигательное беспокойство
III	57	9050	1	сильная крупная дрожь головы, мелкая дрожь всей мускулатуры тела
IV	73	11600	1	потеря координации и чувства равновесия; сильное возбуждение; усиленная дрожь головы
V	133	21100	1	частота дыхания подымается с 30 до 55 в мин.; прекращение всяких движений; спокойный сон при полном наркозе и расслабленности мышц

В первой стадии действие вещества проявляется почти тотчас, в пятой — через 9—20 мин. При первых трех стадиях наступает полное выздоровление без всяких последствий; при пятой стадии отмечены случаи смерти через 2—6 дней. В общем возвращение к норме наступает в течение 12—20 мин. Заслуживает внимания то обстоятельство, что после третьей стадии в ближайшие 24—48 час. у собак было обнаружено более сильное поражение печени, чем после пятой стадии (проба функции печени фенолтетрахлорфталеином).

б) Хроническое отравление %:

мг/л в среднем	Частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)	Экспозиция	Кролики	Кошки
4,6	730	20 дней по 9 час.	потеря в весе. Иногда смерть через 3 дня	практически безвредна
8,6	1400	35 дней по 7 час.	смерть через 1—3 дня	большинство переносит легко; 2 кошки из 6 пали
15	2400	21 день по 8 час.	смерть через 1—3 дня	выжили (крепкие животные)

Из приведенных данных видно, что кролики особенно чувствительны к парам четыреххлористого углерода. При вскрытии находят воспалительные изменения дыхательных путей с кровоизлияниями; печень нормальна.

2. У человека. Вдыхание паров вызывает кашель, головную боль, тошноту.

В тех случаях, когда вдыхание происходит в закрытых помещениях или в небольших резервуарах (котлах и т. д.), может проявиться наркотическое действие вещества в виде сонливости вплоть до потери

сознания, иногда с предшествующей стадией возбуждения. Отмечаются также и кровоизлияния в легкие¹¹.

Более длительное воздействие может вызвать также поражение глаз (зрение как в тумане, отек зрительных нервов).

При хроническом отравлении обычно находят увеличение печени с желтухой (Кельш³).

Выделение в большей части идет через легкие; выдыхаемый воздух имеет характерный запах четыреххлористого углерода.

Отмечается понижение индивидуальной чувствительности; наряду с этим бывают случаи идиосинкразии

Токсичность четыреххлористого углерода для человека

Экспозиция и действие	Концентрация	
	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
а) По Леману-Гессу:		
При 1/2-1-часовой экспозиции смерть либо тотчас либо позднее	400—500	64 000—80 000
При 1/2-1-часовой экспозиции опасно для жизни	150—200	24 000—32 000
При 1/2-1-часовой экспозиции без всяких ранних или поздних явлений отравления	60—80	10 000—13 000
При многочасовой ингаляции уже вредно	10	1 600
б) По Флюри (1):		
При 5—10-минутной экспозиции смертельно	320	50 000
При 1/2-1-часовой экспозиции опасно	160	25 000
В течение 1/2-1 часа переносимо	60	10 000

Литература

1. Flury, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 98, 65 (1923).
2. Fühner, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 97, 86 (1923).
3. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 356 (1926).
4. Lamson, Journ. Pharm. a. Exp. Therapeutics 22, 215 (1923).
5. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
6. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).
7. Lehmann, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 7, 123 (1930). (Там же приведена литература).
8. Lehmann u. Hasegawa, Arch. f. Hyg. 72, 324 (1910).
9. Лейтес, Arch. f. Hyg. 102, 91 (1929).
10. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 109, 276 (1925).
11. Takasaka, Dtsch. Ztschr. gerichtl. Med. 11, № 5 (1925).

Дополнительная литература

- Brandt, Arch. f. Gewerbepathol. 3, 335 (1932).
 Graham, no Chem. Ztrb. 1, 569 (1934).
 Heggeler, Schweiz. med. Wochenschr. 1, 223 (1931).
 Kionka, Münch. med. Woch. 210 (1931).
 Мауро, Medicina del lavoro № 5 (1930); реф. Гиг., безоп. и патология труда № 2, 101 (1931).

- Miguire, Journ. Amer. med. Ass. 99, 988 (1932).
 Neubuloni, Medicina del lavoro 22, 301 (1931).
 Smith, Industr. Bull. 97 (1932).
 Tütze, Arch. f. Gewerbepathol. u. Gewerbehyg. 4, 733—739 (1933).
 Wurm, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 770 (1931).
 Андреев, Гигиена безоп. и патол. труда № 2, 33 (1931).
 Литкенс, Гигиена труда № 1 (1925).

Моногалонидные производные этана

Моногалонидные производные этана, так же как и моногалонидные производные метана, по их биологическому действию могут рассматриваться как эфиры соответствующих галоидоводородных кислот. Подобно производным метана, они вероятно расщепляются в организме на галоидоводородные кислоты и этиловый спирт. Этот последний, в противоположность метиловому спирту, тотчас подвергается полному разрушению; он почти так же быстро окисляется, как и отщепляется. Действие моногалонидных производных этана объясняется повидимому главным образом действием нерасщепленной молекулы. Все они наркотики, подобно хлороформу, но их действие несколько иное: уже при очень кратковременной экспозиции они вызывают весьма быстро наступающую анестезию, в то время как дотрагивание еще ощущается. При этом сознание часто еще не вполне исчезает; рефлексы и мышечное напряжение сохранены вплоть до момента наступления паралича дыхания.

При очень высоких концентрациях моногалонидных производных этана может наступить смерть от сердечного шока («мерцание сердечной мышцы»). В остальном однако циркуляция крови не сильно нарушается. Выделение идет чрезвычайно быстро и в большей части через легкие. Моногалонидные производные этана значительно менее токсичны, чем соответствующие соединения метана. Наркотический эффект падает в следующей последовательности: хлористый этил, бромистый этил, иодистый этил; токсическое же действие идет в обратном порядке. Таким образом у иодистого этила токсическое действие выражено резче, чем у других, а наркотическое — слабее.

Хлористый этил (хлорэтил)

Формула C_2H_5Cl . Мол. в.: 64,50

Получение. Действием соляной кислоты на этиловый спирт под давлением.

Свойства. Бесцветная жидкость с приятным запахом. Темп. кип. $12,5^\circ$; уд. в. при 20° 0,910; вес литра пара 2,68 г. Хлористый этил горюч.

Возможности отравления. При применении в качестве экстрагирующего вещества; в качестве растворителя, в особенности в парфюмерии; для холодильных машин; в химической промышленности; в медицине для получения кратковременного оглушающего наркоза (Rauschnarkose) и наружно — для так называемой замораживающей анестезии.

Общий характер токсического действия. Наркотик, вызывающий быстро проходящее состояние оглушения.

Явления отравления

1. У животных. Мышь: при минимальной концентрации 140 мг/л, или приблизительно 53 000 частей пара на миллион, при 2-часовой экспозиции наступает боковое положение и глубокий наркоз; смерть при минимальной концентрации 150—200 мг/л, или 56 000—75 000 частей пара на миллион³.

2. У человека:

мг/л (прибли- зит.)	‰	Частей пара на миллион	Экспозиция	Действие
35	1,3	13 000	17 мин. 21 "	слабое действие психические и двигательные расстрой- ства (параличи) еще отсутствуют
50	1,9	19 000	1 "	начинающееся действие
			12 "	бодливость
90	3,36	33 600	30 сек.	начинающееся действие
			2—4 мин.	бодливость
			7½—8 мин.	расстройство координации, цианоз (циа- ноз отсутствует, если пары вводятся в смеси с чистым кислородом) ¹

Обычно в медицине для получения состояния оглушения приме-няют 30—100 капель хлористого этила, а для кратковременного нар-коза 2—5 г.

При применении хлористого этила в медицинской практике не-однократно наблюдались случаи отравлений: у детей при вдыхании 25 капель отмечены коллапс, временная остановка дыхания, рвота, слюнотечение⁴. Известны также случаи острых смертей²; перед смертью наблюдались судороги, мышечная дрожь, малый и частый пульс.

Терапия. Такая же, как и при всех наркотически действующих средствах. Ср. раздел «Лечение газотравленных».

Определение. Посредством адсорбции активированным углем при низкой температуре.

Литература

1. Davidson, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 26, 37 (1925).
2. Hartleib, Zentralblatt Chir. 11, 20 (1921).
3. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
4. Seiffert, Dtsch. med. Wchschr. 1923, 55.

Бромистый этил (бромэтил)

Формула: C_2H_5Br . Мол. в. 108,96.

Получение. При подогревании этилового спирта с разведенной серной кислотой и бромистым калием.

Свойства. Бесцветная, сильно преломляющая свет жидкость с запахом, напоминающим хлороформ. Темп. кип. 38,0°; уд. в. при 20° 1,430; вес литра пара 4,52 г. В литре воды растворяется 6,4 куб. см.⁴

Возможности отравления. При применении его в химической про-мышленности в качестве средства для алкилирования; в качестве экстрагирующего средства; в медицине — в качестве ингаляционного наркотика.

Общий характер токсического действия. Наркотик со сравнительно кратковременным действием, вызывающий однако последующие заболевания.

Явления отравления

1. У животных. Мыши ¹: 6:

мол/л	мг/л (прибли- зит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспо- зиция	Действие
0,000120	13	2 900	5 час. (?)	сильная сонливость, выживание
0,000140	15	3 350	5 час.	смерть через 10 час.
—	65	14 500	1 1/4 часа	через 1 1/4 часа боковое положение; через 3 дня смерть
—	94	21 000	1/2 "	через 21—25 мин. боковое положение; выздоровление
—	94	21 000	1 1/2 "	смерть через 1 день
—	130	29 000	1/2 "	через 3—10 мин. боковое положение, часть животных пала через 2 дня; часть—выжила
0,002500	270	60 500	5 мин.	через 1 мин. наркоз, через 5 мин. смерть

Во всех случаях дыхание было сильно нарушено. На вскрытии находили жировое перерождение печени, почек, сердца.

По Мейеру и Готлиб-Бильроту минимальная концентрация, вызывающая ингаляционно наркоз при 1/2—3/4-часовой экспозиции, равняется 1,9% объемн. ($\pm 0,3\%$), или 19 000 частей пара на миллион, что соответствует примерно 85 мг/л.

Крысы ²:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
80	18 000	1 час	наркоз не отмечается, но смерть наступает через 1 день
120	27 000	1/2 часа	через 10 мин. наркоз; через 3—12 час. смерть
280	63 000	1/2 "	через 1/4 часа наркоз; через 40 мин. смерть

Кролики ²:

40	9 000	1 час до обеда	никакого наркоза; смерть через 1 день выздоровление
80	18 000	1 ч. после обеда	
120	27 000	1 час	
120	27 000	1 1/2 ч. до обеда	полного наркоза нет; смерть через 1 день
		и еще 1 час после обеда	
200	45 000	1 час	часть животных выжила, часть пала во время опыта

2. У человека. Бромистый этил употребляется в медицинской практике для кратковременных операций, не требующих глубокого наркоза. Для этой цели берут 10, максимум 20 г; длительность

наркоза при этом равна лишь нескольким минутам (5—10 мин.); после наркоза — хорошее самочувствие. Все же рекомендуется осторожность, так как наблюдались смертельные случаи от паралича дыхания.

Некоторые лица чрезвычайно устойчивы к бромистому этилу, так что у них наступает только возбуждение, иногда с потоотделением, но без всякого наркоза. При острых отравлениях отмечается быстро проходящая ригидность членов, покраснение лица, расширение зрачков, учащение пульса, дрожание; редко — рвота, позывы на мочеиспускание или непроизвольное мочеиспускание; иногда отмечается также цианоз. 70—100 г вызвали летаргические состояния, продолжавшиеся несколько дней, а 100 г в одном случае вызвали смерть спустя 24 часа³. Особенно заслуживает внимания возможность непредвиденных последующих заболеваний, которые в опытах на животных вызвали поздние случаи смерти; у людей, правда, до сих пор подобные случаи не описаны.

Эти последствия объясняются тем, что значительная часть введенного бромистого этила остается в организме и разлагается в нем с образованием токсических веществ². Об этом говорит чесночный запах бромистого этилена в выдыхаемом воздухе.

Выделение большей частью идет через легкие. Мочой выделяется мало. При наркозе, проведенном с 15 г бромистого этила, на следующий день в моче обнаруживался бром, соответствующий в количественном отношении максимум 0,5 г бромистого этила².

Образованию упомянутых токсических продуктов превращения следует вероятно также приписать невриты, отмечаемые при хронических отравлениях рабочих на производстве.

Литература

1. B a c h e m, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **122**, 69 (1927).
2. D r e s e r, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **36**, 285 (1893).
3. L e w i n, Gifte und Vergiftungen, S. 422, 1928.
4. M e r z b a c h, Ztschr. exper. Med. **63**, 386 (1928).
5. M e y e r u. G o t t l i e b-B i l l r o t h, Ztschr. f. physiol. Ch. **112**, 55 (1921).
6. M ü l l e r, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **109**, 276 (1925).

Иодистый этил (иодэтил)

Формула: C_2H_5I . Мол. в.: 155,96.

Получение. Путем воздействия иода на этиловый спирт в присутствии красного фосфора.

Свойства. Бесцветная, прозрачная, сильно преломляющая свет жидкость с запахом эфира, слегка также напоминающим горчичное масло. Темп. кип. 72°; уд. в. при 20° 1,933; вес литра пара 6,48 г.

Общий характер токсического действия. Как наркотик он слабее хлористого и бромистого этила, однако токсичнее их.

Явления отравления

1. У животных. Мыши:

мол./л	мг./л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,0000048	0,75	120	не указана	переносимо
0,000006	0,94	150	24 часа	смерть
0,000012	1,87	290	3 часа	смерть

2. У человека. До сих пор отсутствуют данные о серьезных отравлениях.

Литература

Bachem, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 122, 69 (1927).

Хлористый этилен (дихлорэтан)

Формула: $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$. **Мол. в.:** 98,95.

Получение. Путем воздействия хлора на этилен на холоду.

Свойства. Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим хлороформ. Темп. кип. $83,7^\circ$; уд. в. при 20° 1,257; вес литра пара 4,11 г. Горит только при непосредственном соприкосновении с пламенем. Темп. воспламенения $14,5^\circ$. Технический продукт кипит большей частью при $81-87^\circ$. Уд. в. 1,23—1,25.

Возможности отравления. При применении его в качестве средства для экстрагирования; в химической промышленности; для очистки мехов. Как ингаляционный наркотик он уже больше не употребляется. Хлористый этилен (*Aethylenum chloratum*) не следует смешивать с дихлорэтиленом (*Aethylenum bichloratum*) $\text{CHCl}=\text{CHCl}$.

Общий характер токсического действия. Наркотик с умеренным местно раздражающим действием; по силе действия приблизительно равен хлороформу. В остальном см. раздел «Галоидозамещенные углеводороды жирного ряда».

Явления отравления

1. У животных. Мыши:

мг./л	Частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Смерть через
11,5	2850	2 часа	—	1 день
23	5700	60—70 мин.	28—40 мин.	от 1 часа до 1 дня
57	14000	36 мин.	9 мин.	36 мин.

На вскрытии находят жировое перерождение печени, почек и сердца³.

Лазарев² приводит другие данные: при 2-часовой экспозиции — боковое положение наступает при минимальной концентрации 15—20 мг/л, или 3700—5000 частей пара на миллион, глубокий наркоз при минимальной концентрации 20 мг/л, или 5000 частей пара на миллион, смерть при концентрации 35 мг/л, или 8700 частей пара на миллион.

У кроликов через 10—12 час. после ингаляции паров отмечается фарфороподобное помутнение роговицы, проходящее только спустя несколько месяцев¹.

Штейндорф⁴ отмечал подобное же помутнение у собак только после подкожного введения вещества, а не при ингаляции.

2. У человека. Вдыхание паров вызывает жжение в зеве и кашель, а несколько позже также и рвоту.

Данные о более тяжелых случаях отравлений отсутствуют.

Литература

1. Dubois-Roux, C. r. d. l'Acad. des sciences 54, 1869 (1889).
2. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
3. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 109, 276 (1925).
4. Steindorff, Arch. f. Ophthalm. 109, 252 (1922).

Дополнительная литература

Greaves Walker and Greeson, Brit. Journ. of Hygiene, 449 (1932). Journ. of Amer. Medic. Assoc. 98, 1401 (1932).

Астраханцев, Методы получения и применения основных синтетических органических растворителей. Труды I Всес. съезда лакокрасочн. промышленности СССР, Ленинград (1932).

Ларионов, Журнал резиновой промышленности № 11—12, 222 (1931).

Челинцев, Труды Съезда по основной химической промышленности Ленинград (1931).

Бромистый этилен (бромэтилен, этиленбромид, дибромэтан)

Формула: $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$. Мол. в.: 187,86

Получение. Путем воздействия брома на этилен.

Свойства. Бесцветная, сильно преломляющая свет, жидкость с запахом, несколько напоминающим чеснок. Темп. кип. 132° , уд. в. при 20° 2,182. Вес литра пара 7,81 г. В литре воды растворяется только 1,6 см³. В литре воздуха при 25° может содержаться 105 мг бромистого этилена².

Возможности отравления. При получении и при применении в химической промышленности; при применении его в качестве средства для тушения огня, также и в качестве антидетонатора (вместе с тетраэтилсвинцом), иногда также в медицинской практике вследствие применения его по ошибке вместо бромистого этила.

Общий характер токсического действия. Наркотик с умеренно раздражающим действием; более токсичен, чем хлороформ.

Явления отравления

1. У животных х. а) **Острое отравление.** Мыши и морские свинки¹: концентрации до 66 мг/л, или 8600 частей пара на миллион, при экспозиции 50 мин. вызывают смерть на 1—2-й день; при 10-минутной экспозиции морские свинки выживали¹.

Кошки²: концентрация в 2,1 мг/л, или 270 частей пара на миллион, при 4-часовой экспозиции переносима; концентрация 4,1 мг/л, или 520 частей на миллион, вызвала смерть через 12 час., а концентрация 25 мг/л, или 3300 частей на миллион, — смерть уже через 3³/₄ часа.

Во время опыта, кроме небольших признаков раздражения носа и глаз, у животных отмечается только легкая сонливость, а при больших концентрациях также и рвота.

Собаки³:

см ³ жидкости в 100 л	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
1	22	2 900	1 час.	только небольшая одышка; через 6 час. помутнение роговицы; исхудание; смерть через 6 недель; вскрытие: сильное жировое перерождение печени, бронхопневмония
2	44	5 700	1 час.	через 15 мин. слюнотечение; через 45 мин. затруднение дыхания; через 60 мин. рвота; через 12 час. смерть; вскрытие: помутнение роговицы, кровоизлияния в органах

б) Подострое и хроническое отравление. Морские свинки¹ переносят концентрацию до 21 мг/л, или 2700 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции по 15 мин. в течение 6 дней. Обращают на себя внимание происходящие при каждом вдохе судороги диафрагмы.

Кролики². Концентрация в 0,76 мг/л, или 100 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции по 1/2 часа в течение 7 дней вызывает уменьшение аппетита и веса; смерть через 4—22 дня. Концентрация 0,53 мг/л, или 70 частей пара на миллион, при вдыхании каждые 2 дня по 4 часа переносилась в течение 40 дней; напротив, концентрация 0,38 мг/л, или 50 частей пара на миллион, при тех же условиях вызывала смерть уже через 7 дней.

Кошки. Концентрация 1,1—2,3 мг/л, или 140—300 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции в 4 часа вызывала смерть спустя 6 дней; здесь не исключено и кумулятивное действие вещества. С другой стороны, кошки хорошо переносят концентрации 0,08—0,25 мг/л, или 10—30 частей пара на миллион, в течение 3 недель при ежедневной экспозиции в 4 часа¹.

Концентрация 0,53 мг/л, или 70 частей пара на миллион, при экспозиции по 4 часа каждые 2 дня и концентрация 0,76 мг/л, или 100 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции в 1/2 часа в течение 7 дней вызывали смерть: первая — спустя 14 дней, а вторая — спустя 7 дней³.

2. У человека. **а) Острое отравление.** Пары при ингаляции раздражают слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Из общих признаков отравления отмечены: чувство слабости, депрессия, рвота, но наркоза не наступает. 40,0 г вещества вызвали смерть через 24 часа, такой же результат через 44 часа отмечен при наркозе с помощью 70,0 г вещества⁴.

Чрезвычайно сильно выражено последствие: оно состоит преимущественно в местных явлениях со стороны органов дыхания, в медленном выздоровлении и в длительных нарушениях сердечной деятельности. Эти явления вызываются теми же причинами, что и при бромистом этиле.

б) Случай хронического отравления¹. Рабочий, в течение лишь короткого времени ежедневно работавший на производстве бромистого этилена, заболел воспалением соединительных оболочек глаз, опуханием желез под подбородком и у угла нижней челюсти при сильном расстройстве общего состояния. По выздоровлении и возвращении к работе он снова заболел при явлениях воспаления соединительных оболочек глаз, катарра бронхов и зева, резкого упадка аппетита, головной боли, общей разбитости. По прекращении работы и применении симптоматического лечения наступило улучшение.

Литература

1. Glaser u. Frisch, Arch. f. Hyg. 101, 48 (1929).
2. Kern, Diss. Würzburg 1929.
3. Kochmann, Münch. med. Wchschr. 1928, 1334 (там же литература).
4. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 424, 1928 (там же литература).
5. Merzbach, Ztschr. exper. Med. 63, 387 (1928).
6. Thomas a. Yant, Publ. Health Rep. 42, 37 (1927) (no Koelsch, Münch. med. Wchschr. 1928, № 35).

Хлористый этилиден (α -дихлорэтан)

Формула: $\text{CHCl}_2\text{—CH}_3$. Мол. в.: 98,95

Получение. Действием пятихлористого фосфора на ацетальдегид. Побочный продукт при производстве хлоралгидрата.

Свойства. Жидкость с запахом, похожим на хлороформ. Темп. кип. 57,3; уд. в. при 20° 1,174. Вес литра пара 4,11 г. В отличие от хлористого этилена вызывает уже на холоду потемнение концентрированной серной кислоты.

Возможности отравления. При получении. Прежде применялся как ингаляционный наркотик.

Общий характер токсического действия такой же, как и у хлороформа, но значительно слабее.

Явления отравления

1. У животных. Мыши²:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	
22	5 400	2 часа	—	} все животные пережили более 2 дней
32	8 000	2 "	82 мин.	
41	10 000	2 "	19 мин.	

И по данным Лазарева¹ минимальная концентрация для получения бокового положения и глубокого наркоза при 2-часовой экспозиции равна 30—35 мг/л, или 7400—8650 частей пара на миллион; 70 мг/л, или 17 300 частей пара на миллион, вызывали смерть.

2. У человека. До сих пор нет данных об отравлениях людей.

Литература

1. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 141, 19 (1929); Журн. эксперим. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
2. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 109 276 (1925).

Трихлорэтан

Мол. в. 133,39. Вес литра пара 5,55 г.

1) 1,1,2-трихлорэтан, β-трихлорэтан, неправильно называемый также хлористым винилом:



Темп. кип. 113,5°;

2) 1, 1, 1-трихлорэтан, α-трихлорэтан, треххлористый этенил, «метилхлороформ»:



Темп. кип. 74,1°.

Общий характер токсического действия. Наркотик, обладающий меньшей токсичностью, чем хлороформ.

Явления отравления

1. У животных. Мыши²:

Наименование вещества	Экспозиция	Минимальная концентрация, вызывающая боковое положение		Минимальная концентрация, вызывающая глубокий наркоз		Минимальная смертельная концентрация	
		мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
1, 1, 2-трихлорэтан	2 часа	10	1 830	15	2 700	60	11 000
1, 1, 1-трихлорэтан	2 "	40	7 300	45	8 200	65	12 000

2. У человека. Действие 1,1,1-трихлорэтана с качественной стороны в общем такое же, как и хлороформа; возбуждение и слюноотечение как будто отсутствуют. Что касается отравлений этими веществами, то о них до сих пор ничего не известно.

Литература

1. Kochmalp u Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. I, 1923.
2. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 141, 19 (1929); Журн. экспер. биол. и мед. № 33, 319 (1929).

Сим.-тетрахлорэтан (четырёххлористый ацетилен)



Получение. Путем воздействия хлора на ацетилен в присутствии соответствующих катализаторов.

Свойства. Жидкость с запахом камфоры. Темп. кип. 146,3°; уд. в. при 20° 1,600. Вес литра пара 6,98 г. Не горит. В присутствии воды неустойчив по отношению к железу, цинку, алюминию; более устойчив к меди.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для ацетилцеллюлозы в авиационной промышленности (лак авиатол, эмаллит, новавина и др.); при изготовлении искусственного жемчуга³; в электротехнике; при производстве искусственного шелка; при изготовлении кинолентки; в качестве склеивающего средства в обувном производстве (для наклейки цыпок); при производстве противогазов и т. д.

Общий характер токсического действия. Обладает одновременно и наркотическим и сильным резорбтивным действием; действует медленнее, но продолжительнее хлороформа. Принадлежит к самым ядовитым веществам из ряда галогензамещенных алифатических углеводородов.

Явления отравления

1. У животных. а) Острое отравление.

Мыши. Тетрахлорэтан вызывает своеобразное покраснение ушей, хвоста и конечностей. Это покраснение несколько позже переходит в цианоз.

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Дальнейшее состояние
4,3	630	2 часа	80 мин.	выздоровление
14	2 000	1½ часа	16 "	тяжелое заболевание
34	5 000	24 мин.	6 "	смерть через 2½ часа
43	6 300	20 мин.	9 "	пережили 14 дней

По Лазареву⁴ минимальная концентрация для получения бокового положения равна 7,5—10 мг/л, или 1100—1450 частей пара на миллион; для глубокого наркоза 10—15 мг/л, или 1450—2200 частей пара на миллион, а минимальная смертельная концентрация равна 40 мг/л, или 5800 частей пара на миллион.

Кролики³ абсорбируют в течение 3 час. 45—27% содержащегося во вдыхаемом воздухе тетрахлорэтана и из них выделяют обратно за 4 часа лишь 20%⁶.

Кошки⁵:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через
5,7	830	3 часа	4¼ часа	5¼ часа
9,6	1 400	—	3 часа	3¾ "
16	2 300	15 мин.	2 "	3 часа
57	8 300	7 "	½ часа	¾ часа

До наступления наркоза у всех животных отмечено сильное раздражение носа и чихание; пробуждение опять-таки нередко сопровождалось судорожным чиханием. Выздоровление протекало медленно и в части случаев только к следующему дню животное возвращалось к норме.

б) Хроническое отравление. Вдыхание концентрации 1,4 мг/л, или 200 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции по 6—7 час. в течение 18 дней вызывает уже заболевание кошек и кроликов (большее или меньшее угнетение).

По Бензи¹ при повторных ингаляциях чувствительность повышается.

2. У человека. При кратковременном вдыхании паров наступает раздражение видимых слизистых оболочек, в особенности дыхательных путей, головная боль, тошнота, желудочные боли, поражения чувствительных нервов кожи (чувство онемения и ползания мурашек).

Более длительное воздействие влечет за собой, кроме нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта (тошноты, рвоты, болей

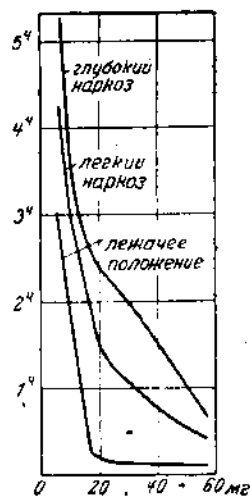


Рис. 31. Острое отравление тетрахлорэтаном. Опытные животные: кошки; схема (по Леману).

в животе), главным образом поражение печени с желтухой, заканчивающееся в тяжелых случаях картиной острой желтой атрофии печени со смертельным исходом; поражаются также сердце и почки. Наряду с этим наступают различные симптомы нервного характера: сильное дрожание рук, нарушение вкусового ощущения, чувство онемения и ползания мурашек в руках и ногах, отсутствие или ослабление коленного рефлекса, боли в голове и суставах, парезы пальцев на руках и ногах, неправильная походка, усиленное потоотделение, заболевание мозга (энцефаломиеломаляция). Отмечались также изменения в крови, заключающиеся в увеличении количества крупных одноклеточных лейкоцитов при одновременной легкой анемии. Увеличение количества лейкоцитов на 12% является по Майноту, Лоуренсу и Смитсу⁷ первым признаком отравления даже в тех случаях, когда нет еще других клинических признаков. Чувствительность к тетрахлорэтану свойственна всем.

Профилактика. Просторные, прохладные рабочие помещения с хорошей вентиляцией, отсасывающей внизу (тяжелые пары опускаются вниз), защитные очки и респираторы. Герметически закрытые резервуары: отпуск из них только небольшими количествами. Регулярный врачебный осмотр рабочих; удаление малокровных, печеночных больных, женщин. Обучение рабочих.

Вследствие возможной опасности применение тетрахлорэтана в качестве растворителя для лаков во многих странах запрещено*.

Литература

1. Benzi, Med. del lavoro 1925, 410.
2. Heffter, Grimm u. Joachimoglu, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III F. 48, 2 Suppl., 149 (1914).
3. Heffter u. Joachimoglu, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen, III F. 48, 32 (1914).
4. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
5. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).
6. Lehmann u. Hasegawa, Arch. f. Hyg. 72, 327 (1910).
7. Minot, Lawrence a. Smith, Trans. Assoc. Amer. Physicians 36, 341 (1921).
8. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 109, 276 (1925) (там же литература).
9. Schultze, Berl. klin. Wchschr. 1920, 941.

Дополнительная литература

- Zollinger, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 298 (1931).
 Misch u. Baader, Fortschr. d. Zahnheilkunde 7, 687 (1931).
 Астраханцев, За лакокрасочную промышленную химию, Госхимтехиздат, 181—183, Ленинград 1932.
 Лазарев, Бюллетень Ленингр. института организации и охраны труда № 14—15 (1932).

Сим.-тетрабромэтан (четыребромистый ацетилен)



Получение. Действием брома на ацетилен.

* Указание Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, 2 Aufl., Bd. I, S. 159 (1928) о том, что это запрещение имело место также и в Германии, неверно. Распоряжение прусского министра торговли и промышленности от 12/III 1930 г. рекомендует только осторожность при применении этого препарата; в случае необходимости промышленный надзор должен добиться запрета на применение этого вещества.

Свойства. Жидкость, темп. кип. при 36 мм 137°. Уд. в. при 20° 2,964. Вес литра пара 14,38 г. При подогревании разлагается с отщеплением бромистого водорода. Почти нерастворим в воде (0,19 см³ в литре).

Общий характер токсического действия такой же, как у тетра-хлорэтана.

Явления отравления

1. У животных. Собаки:

см³ жидко- сти на 100 л	мг/л (прибл.)	Частей пара на миллион (см³/м³) (приблизит.)	Экспози- ция	Действие
1	30	2 100	50 мин. повторение через 1 день	через 1/2 часа наркоз; выздо- вление через 42 часа смерть

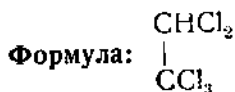
Концентрации 0,3; 0,6; 1,2 и еще раз 1,2 см³ жидкости на 100 л, или 9, 18 и 36 мг/л, что соответствует 640, 1 280 и 2 560 частям пара на миллион, вызывает затруднение дыхания, рвоту, нарастающую атаксию и наконец на 5-й день смерть. При вскрытии всегда находят кровоизлияния в легких и в других органах.

2. У человека. Об отравлениях человека до сих пор нет данных.

Литература

Merzbach, Ztschr. exp. Med. 63, 388 (1928).

Пентахлорэтан (пятихлористый этан)



Мол. в.: 202,29

Получение. Пропусканием хлора через трихлорэтилен.

Свойства. Жидкость с запахом камфоры; темп. кип. 162°; уд. в. при 15° 1,685; вес литра пара 8,42 г.

Общий характер токсического действия. Местно раздражающий наркотик, имеющий одновременно и общее действие; несколько токсичнее тетрахлорэтана. См. раздел «Галоидозамещенные углеводороды жирного ряда».

Возможности отравления. При применении его в качестве растворителя для ацетилцеллюлозы.

Явления отравления

1. У животных. а) **Острое отравление.** Мыши². При 2-часовой экспозиции наступает боковое положение при минимальной концентрации 7,5 мг/л, или около 900 частей пара на миллион; глубокий нар-

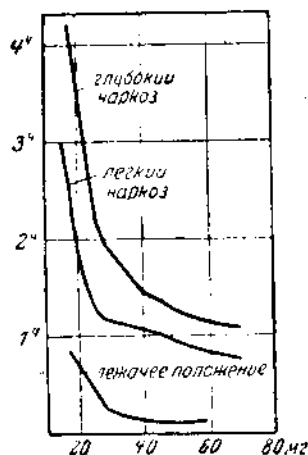


Рис. 32. Острое отравление пентахлорэтаном. Опытные животные: кошки (по Леману).

коз — при минимальной концентрации 25 мг/л, или 3000 частей пара на миллион; минимальная смертельная концентрация — 35 мг/л, или 4200 частей пара на миллион.

Кошки³:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через
10	1 200	7 час.	—	—	—
17	2 000	4½ часа	50 мин.	2½ часа	4¼ часа
70	8 500	1 час	12 "	¾ часа	1 час

Выздоровление животных после наркоза наступает лишь постепенно.

У собак¹ после ингаляции пятихлористого этана отмечены альбинурия, сильнейшее ожирение печени и гнойный бронхит.

б) Хроническое отравление². Кошки в общем переносят концентрации в среднем 1 мг/л, или 120 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции по 8—9 час. в течение 20 дней. Но на вскрытии находили сильное ожирение печени, в одном случае также хронический бронхит.

При тех же условиях кролики погибали уже через 3—9 дней; на вскрытии в этих случаях находили воспаление легких.

2. У человека. До сих пор об отравлении человека данных нет.

Литература

1. Joachimoglu, Ber. klin. Wchschr. 1921, 147.
2. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 141, 19 (1929); Журн. экспер. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
3. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).

Хлористый пропи́л

Формула: C₃H₇Cl. Мол. в.: 78,51

Получение: Действием хлористого водорода на пропиловый спирт.

Свойства. Бесцветная жидкость; темп. кип. 46,5°, уд. в. при 20° 0,89. Вес литра пара 3,27 г. Легко разлагается.

Общий характер токсического действия. Наркотик, аналогичный хлористому этилу, но значительно более слабый, чем последний.

Ср. раздел «Галоидзамещенные углеводороды жирного ряда» (стр. 408).

Явления отравления

1. У животных. Мыши (см. таблицу на стр. 441).
2. У человека. До сих пор нет данных об отравлении человека.

Действие хлористого пропила на мышей:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Дальнейшее состояние
24	7 500	2 часа	—	пережила 3 дня
81	25 000	1—2 часа	20—60 мин.	пережила 2—3 дня
122	38 000	1—2 „	7 мин.	пережила 6 дней
163	50 000	1 час	2—3 мин.	часть пала спустя от 1 часа до 4 дней; часть выжила до 10 дней

Литература

Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 109 (1925) (там же литература).

Бромистый пропил

Формула: C_3H_7Br . **Мол. в.:** 122,97

Получение. Путем воздействия брома и неочищенного фосфора на пропиловый спирт.

Свойства. Бесцветная жидкость; темп. кип. 71°; уд. в. при 20° 1,353. Легко разлагается. Вес литра пара 5,12 г.

Явления отравления

1. У животных. Мыши:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Дальнейшее состояние
37	7 400	80 мин.	—	пережила 5 дней
50	10 000	36 „	36 мин.	смерть через 1 день
86	17 000	26 „	26 „	смерть через 1 день

Дыхание страдает меньше, чем при ингаляции бромистого этила. На вскрытии находят ожирение печени.

2. У человека. До сих пор об отравлении человека данных нет.

Литература

См. «Хлористый пропил».

Хлористый изобутил

Формула: $\begin{matrix} CH_3 \\ >CH \cdot CH_2Cl \\ CH_3 \end{matrix}$. **Мол. в.:** 92,53

Темп. кип. 68,9°. Уд. в. при 20° 0,875. Служит для производства искусственного мускуса.

Ингаляция паров вызывает сильное возбуждение.

Литература

Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 409 (1928).

Дополнительная литература

Müller, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 320 (1931).

Дихлорэтилен (двухлористый ацетилен).

CHCl

Формула: $\begin{array}{c} \parallel \\ \text{CHCl} \end{array}$

Мол. в.: 96,93

Получение. В качестве побочного продукта при получении четырехлористого этана или путем восстановления последнего.

Свойства. Смесь из *cis*- и *trans*-дихлорэтилена. Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим хлороформ. Темп. кип. 55°. Уд. в. 1,28. Вес литра пара 4,03 г. Горячие пары воспламеняются, но горят они не очень жарким, легко тухнущим пламенем.

cis-дихлорэтилен: темп. кип. 60°, уд. в. при 15° 1,289.

trans-дихлорэтилен: темп. кип. 48,5°, уд. в. при 15° 1,265.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя вместо эфира; в холодильной промышленности (*trans*-изомер).

Общий характер токсического действия. Наркотик сравнительно умеренной силы и токсичности. Ср. таблицы раздела «Галоидозамещенные углеводороды жирного ряда».

Явления отравления

1. У животных. Мыши⁷:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Дальнейшее состояние
ниже 34	8 500	2 ч. 10 м.	без видимых явлений			
37	9 300	2 ч. 10 м.	спустя 2 часа только легкое нарушение равновесия			
40	10 000	2 ч. 10 м.	¾ часа	1½ часа	2 часа	постепенное выздоровление
76	19 000	1 ч. 50 м.	4 мин.	20 мин.	½ часа	смерть через 1 ч. 50 м.
100	25 000	1 ч. 50 м.	—	5—8 мин.	½ часа	смерть через ½—¾ часа
128	32 000	1 ч. 50 м.	—	—	5 час.	смерть через 10 мин.

По Мейеру и Готлиб-Бильроту⁴ концентрация 0,95% (± 0,1%), или 40 мг/л, при экспозиции ½—¾ часа является минимальной концентрацией, вызывающей наркоз.

Такого же порядка данные приводит и Мюллер⁵:

Морские свинки⁷:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Дальнейшее состояние
42	10 500	1 час	через ¾ часа только легкая атаксия			
56	14 000	1 "	30 мин.	45 мин.	—	—
73—126	18 500—31 000	1 "	10—15 мин.	15—25 мин.	30—45 мин.	—
155	39 000	1 "	15 мин.	20 мин.	40 мин.	смерть через 1 час
169—197	42 500—50 000	до ½ час.	8—12 мин.	10—18 мин.	12—20 мин.	смерть через 20—30 м.

Кошки 1:

мг/л	Частей пара на миллион (с.м ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через	Дальнейшее состояние
50	12 500	1 час	—	—	—	смерть во время опыта через 1 час
—	—	4¾ часа	1 ч. 50 м.	—	—	через 10 мин. выздоровление
72	18 000	2¾ " "	12 мин.	1½ часа	2¾ часа	смерть через 30 мин.
218	55 000	37 мин.	10 мин.	18 мин.	37 мин.	через 20 мин. выздоровление

Дихлорэтилен может вызывать также глубокий наркоз у кроликов, собак и обезьян; цифровых данных по этому вопросу однако не имеется⁷.

Дихлорэтилен как будто не вызывает заметных изменений сердца, сосудов и паренхиматозных органов; кровяное давление почти не изменяется^{7, 8}.

Левин² в противоположность этим данным находил у животных, при повторной ингаляции в течение нескольких дней подряд, ожирение печени и почек.

У собак после ингаляции дихлорэтилена находят уже через несколько часов очень слабое помутнение роговицы, исчезающее через два дня. Это помутнение однако не всегда отмечается. Оно чаще всего повидимому вызывается trans-изомером; при ингаляции последнего оно появлялось постоянно; наоборот, при вдыхании cis-изомера оно было отмечено только один раз. При долгом хранении оба изомера разлагаются и тогда они не действуют на роговицу глаза⁶.

2. У человека. До сих пор об отравлении человека данных нет.

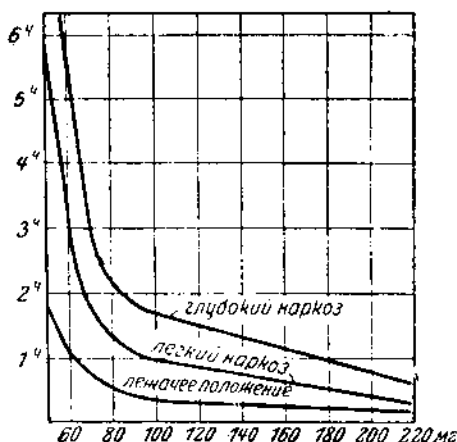


Рис. 33. Острое отравление дихлорэтиленом. Опытные животные: кошки; схема (по Леману).

Литература

1. Lehmann, Arch. f. Hyg. **74**, 1 (1911).
2. Lewin, Ztschr. f. Oel-, Fett- u. Farbenind. **1920**, № 28.
3. Малов, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. **134**, 168 (1928).
4. Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch. **112**, 55 (1921).
5. Müller, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. **109**, 276 (1915).
6. Steindorff, Arch. f. Ophthalm. **109**, 252 (1922).
7. Wittøensteen, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. **83**, 235 (1918).

Трихлорэтилен («Три», бензиноль)

Формула: CHCl_2
 CCl_2

Мол. в.: 131,38

Получение. Путем обработки тетрахлорэтана щелочью (известью, аммиаком).

Свойства. Жидкость с запахом, напоминающим хлороформ; темп. кип. 87° , уд. в. при 20° 1,477. Вес литра пара 5,47 г. В воде слабо растворяется (1,18 см³ в литре). Не горит; индифферентен к металлам.

Возможности отравления. При применении его в качестве растворителя, в качестве обезжиривающего средства, для удаления пятен, при шлифовке и гранении стекла и т. д.

Общий характер токсического действия. Наркотик с местно раздражающим и одновременно общим действием.

Явления отравления

1. У животных. а) Острое отравление. Мыши (собственные неопубликованные данные):

мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Боковое положение через	Дальнейшее состояние
30	5 500	12½ мин.	8—11 мин.	через 15 мин. выздоровление
60	11 000	2—3 мин.	3 мин.	через 10 мин. выздоровление
165	30 000	12—20 мин.	2½—3 мин.	через 12—20 мин. смерть

Минимальная концентрация, вызывающая боковое положение и глубокий наркоз при 2-часовой экспозиции, равна 25 мг/л, или 4600 частей пара на миллион, а минимальная смертельная концентрация равна 40—45 мг/л, или 7400—8300 частей пара на миллион⁷.

Морские свинки:

мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Боковое положение через	Дальнейшее состояние
30	5 500	½ часа	½ часа	через 1 час выздоровление
60	11 000	20 мин.	20 мин.	через 1 час выздоровление (собственные неопубл. данные)
146	27 000	11—31 мин.	—	смерть ²

Кролики. Наркоз наступает медленно и остается довольно поверхностным; опасность наступления паралича дыхания имеет место только при длительном наркозе. Кровяное давление понижается мало. Соединительные оболочки глаз инъецированы, роговица временно мутнеет¹.

По Герману⁴ концентрация в 20 мг/л, или 3 700 частей пара на миллион, может переноситься без опасности для жизни только в течение короткого времени; концентрация же в 42 мг/л, или 7 800 частей пара на миллион, при экспозиции в 1 час смертельна.

По собственным неопубликованным данным:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Боковое положение через	Дальнейшее состояние
30	5 500	1/2 часа	больше, чем 1/3 часа	через 1 час выздоровление
60	11 000	20 мин.	20 мин.	через 3 часа выздоровление

Кошки 8:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через
25	4 600	7 час.	30 мин.	7 час.	—
45	8 300	5 час.	20 .	3 часа	почти 5 час.
147	27 000	1 3/4 часа	10 .	55 мин.	1 3/4 часа
230	42 500	40 мин.	5 .	15 .	40 мин.

Все животные довольно быстро выздоравливают.

Собаки. Концентрация в 60 мг/л, или 11 000 частей пара на миллион, при 20-минутной экспозиции вызывает через 8 мин. боковое положение (выздоровление через 3 часа); концентрация в 90 мг/л, или 16 500 частей на миллион, при 2-часовой экспозиции вызывает глубокий наркоз (собственные неопубликованные данные).

См. также сводную таблицу.

Действие трихлорэтилена на животных (собственные неопубликованные данные)

(экспозиция 6 час.; статическая затравка)

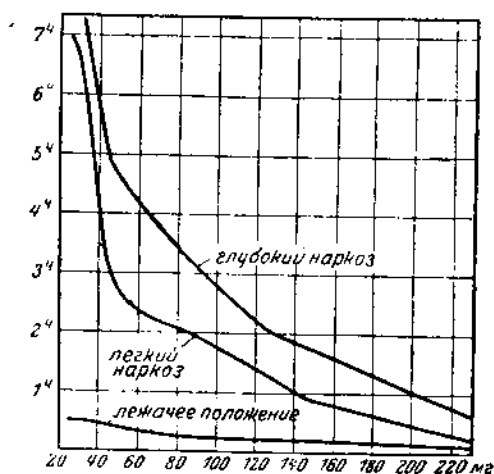
Вид животных	Концентрации					
	2000 частей пара на миллион, или 11 мг/л			4000 частей пара на миллион, или 22 мг/л		
	боковое положение через	наркоз через	дальнейшее состояние	боковое положение через	наркоз через	дальнейшее состояние
Мыши	—	—	выздоровление сейчас же	около 6 час.	—	либо выздоровление через 2 дня, либо смерть через 3 дня
Морские свинки	—	—	выздоровление сейчас же	1/2—1 час	1 час	выздоровление через 1 день, или смерть через 1 день
Кролики	—	—	выздоровление сейчас же	3/4—1 час	2 1/4 часа	выздоровление через 1 3/4 часа
Кошки	5—6 час.	—	выздоровление через 2—3 часа	1 1/4—1 1/2 час.	2 1/4—4 часа	выздоровление через 2 1/2 дня, или смерть через 2 1/2 часа
Собаки	—	—	выздоровление сейчас же	1 1/2 часа	6 час.	выздоровление через 24 часа

б) Хроническое отравление. Средняя концентрация в 4,1 мг/л, или 760 частей пара на миллион, при ежедневной экспозиции по 6 час. в день в течение 10—17 дней вызвала у кошек резкую сонливость и вялость, истощение, а иногда и смерть. На вскрытии находили лишь сильную анемию внутренних органов, но никакого жирового перерождения⁸.

2) У человека. **а) Острое отравление.** Кратковременное вдыхание малых концентраций вызывает только головокружение и шум в голове, большие же концентрации могут вызвать нарушения деятельности сердца, полное бессилие, а иногда даже смерть¹¹. При воздействии высоких концентраций наблюдались также поражения кожи величиной с ладонь с образованием пузырей¹¹.

Кратковременное воздействие средних концентраций или длительное воздействие малых концентраций вызывает пошатывание, тошноту, рвоту, а некоторое время спустя (1/4—1 день) также и жжение в глазах. Кроме того наступает также и раздражение кожи.

Затем пары могут вызвать тяжелые поражения зрительных нервов [Neuritis retrobulbaris, парамакулярные очаги (?)] с последующим расстройством зрения или полной слепотой. Последняя отмечена главным образом при воздействии теплых паров³.



Фиг. 34. Острое отравление трихлорэтиленом. Опытные животные: кошки; схема (по Леману).

Характерным признаком действия паров трихлорэтилена является раньше или позже наступающий паралич чувствительных волокон тройничных нервов без нарушения двигательных функций. Этот паралич выражается в полной потере чувствительности лица, щек и передней части языка; в исчезновении вкусовых и обонятельных ощущений, в потере рефлексов со слизистой носа и роговицы. Паралич тройничного нерва держится довольно стойко и в противоположность другим симптомам часто исчезает лишь много месяцев спустя. Это своеобразное действие трихлорэтилена дает возможность применять в медицине против невралгии тройничного нерва чистый препарат трихлорэтилена, носящий название «хлорилена». Новейшие исследования однако доказали, что это действие на тройничный нерв свойственно повидимому неизученной еще примеси к трихлорэтилену, а не самому трихлорэтилену и что благоприятные результаты хлорилена следует главным образом приписать легкому общему наркотическому действию этого препарата⁵.

Как явления последействия после отравления трихлорэтиленом, в одном случае отмечены разрыхление десен и выпадение зубов, затем слабость зрения, сохранявшиеся месяцами судороги языка и губ, дрожание рук, глюкозурия⁹.

б) Хроническое отравление. Так же как и при хлороформе, встречается «три-»наркомания — стремление к повторным умышленным

вдыханиям вещества. Эта наркомания способствует появлению поражений центральной нервной системы³.

Литература

1. Bieder, Diss. Breslau 1921.
2. Carriere, Rev. Hyg. et Méd. prévent. 49, 348.
3. Gerbis, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 68 (1928).
4. Hermann, Diss. Würzburg 1911.
5. Kalinowsky, Ztschr. Neur. 110 (1927) (там же литература).
6. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 97 (1928).
7. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
8. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).
9. Lewin, Gifte und Vergiftungen S. 404, 1928.
10. Meyer, Klin. Mbl. Augenheilk. 82, H. 3.
11. Nuck, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 6, 295 (1929).

Дополнительная литература

- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, стр. 129, Госхимтехиздат, 1933 г.
- Pereimbier, Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 18, 339 (1931).
- Stöber, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 398 (1931).
- Астраханцев, За лакокрасочн. промышл. химию, Химтехиздат, 1932.
- Бернштейн, Гигиена, безопасн. и патол. труда, № 3, 84 (1931).
- Коренман, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 3, 86 (1931).
- Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. орган. и охр. труда № 14—15 (1932).

Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)

Формула: CCl_2 || CCl_2 Мол. в.: 165,83

Получение. Путем кипячения пентахлорэтана с известью.

Свойства. Жидкость с запахом, напоминающим трихлорэтан, но более слабым; темп. кип. 121°, уд. в. при 15° 1,624. Вес литра пара 6,89 г.

Возможности отравления. При применении его в качестве растворителя или в качестве обезжиривающего средства, в особенности в текстильной промышленности.

Общий характер токсического действия. Наркотик со сравнительно умеренной токсичностью.

Явления отравления

1. У животных. Мыши². При 2-часовой экспозиции наступает: боковое положение — при минимальной концентрации 15 мг/л, или около 2 200 частей пара на миллион, глубокий наркоз — при минимальной концентрации 20 мг/л, или 3000 частей пара на миллион; смерть — при минимальной концентрации 40 мг/л, или 6000 частей пара на миллион.

Кошки³:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Легкий наркоз через	Глубокий наркоз через
15	2 200	6 час.	—	—	—
36	5 300	5 ³ / ₄ часа	25 мин.	4 ¹ / ₂ часа	5 ³ / ₄ часа
112	16 500	2 ¹ / ₂ часа	10 мин.	1 ¹ / ₂ часа	2 ¹ / ₂ часа

Все животные очень быстро выздоравливают.

2. У человека

По Левину³ тетрахлорэтилен представляет те же опасности, что и трихлорэтилен. По другим авторам токсичность его, наоборот, лишь умеренная, являясь более низкой, чем токсичность четырехлористого углерода и хлороформа. При ингаляции не поражаются ни печень, ни почки^{1;2}.

В литературе до сих пор нет данных об отравлениях этим веществом.

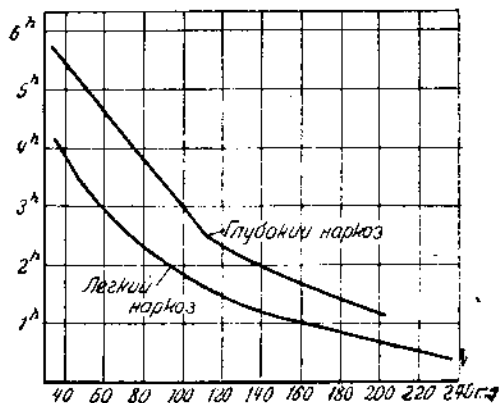


Рис. 35. Острое отравление перхлорэтиленом. Опытные животные: кошки; схема (по Леману).

Литература

1. Lamson, Robbins a. Ward, Amer. Journ. Hyg. 9, 430 (1929).
2. Лазарев, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 141, 19 (1929); Журн. exper. биол. и мед. № 33, 319 (1929).
3. Lehmann, Arch. f. Hyg. 74, 1 (1911).
4. Lewin, Gifte und Vergiftungen S. 404, 1928.

Дополнительная литература

Stüber, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 398 (1931).

Бромистый аллил

Формула: $\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{Br}$. Мол. в.: 120,96

Получение. Действием брома и фосфора на аллиловый спирт.

Свойства. Бесцветная жидкость с неприятным запахом; темп. кип. 71° ; уд. в. при 20° 1,398. Вес литра пара 5,03 г.

Явления отравления. Пары раздражают слизистые оболочки глаз и органов дыхания и быстро вызывают головокружение, головную боль и раздражение легких.

Дибромацетилен и диодацетилен

CBr_2

CBr_2

CBr_2

Темп. кип. 76° .

Мол. в.: 183,83

CJ

CJ

CJ

Темп. пл. 82° .

Мол. в.: 277,84

При вдыхании паров наступает головная боль, стеснение дыхания, ослабление памяти.

Литература

Lawrie, Amer. Chem. Journ. 36, 487 (1906).

Галоидозамещенные углеводороды ароматического ряда

Среди галоидозамещенных одноподерных ароматических углеводородов следует различать такие, у которых галоид находится в бензольном ядре, от таких, у которых он находится в боковой цепи.

У первых в большей или меньшей степени сохраняется наркотическое действие соответствующих бензольных углеводородов при одновременном повышении местного раздражающего действия.

У вторых, т. е. у соединений с галоидом в боковой цепи, наркотические свойства совершенно отступают на задний план сравнительно с исключительно усиленным раздражающим действием на слизистые оболочки, в особенности глаз. Это раздражающее действие столь сильно, что соответствующие вещества частично нашли себе применение в мировой войне в виде так называемых «слезоточивых» веществ.

Раздражение кожи хлорированным нафталином повидимому объясняется мало изученной примесью к этому веществу.

Хлорбензол

Формула: C_6H_5Cl . **Мол. в.:** 112,50

Получение. Хлорированием бензола в присутствии катализаторов (с одновременным образованием более высокохлорированных бензолов).

Свойства. Бесцветная жидкость со слабым неприятным запахом; темп. кип. 132° ; темп. плавл. $-45,2^\circ$; уд. в. при 20° 1,107. Вес литра пара 4,68 г.

Возможности отравления. В анилинокрасочной промышленности; при применении его в качестве растворителя для смол и жиров.

Общий характер токсического действия такой же, как у бензола, но несколько более сильный.

Явления отравления

1. У животных. Кошки¹:

мг/л	Частей пара на миллион ($см^3/м^3$) (приблизит.)	Действие
1-3	220—660	переносимо в течение многих часов
5,5	1 200	явные признаки наркоза
11—13	2 400—2 900	приблизительно через 1 час — неуверенные движения; дрожание, подергивания; все же даже 7-часовая экспозиция не вызывает серьезных поражений
17	3 700	смерть через 7 час. При вскрытии кровоизлияния в легкие
37	8 000	экспозиция 2 часа: через $1\frac{1}{2}$ часа тяжелый наркоз; смерть через 2 часа после извлечения из камеры

2. У человека. Как при остром, так и при хроническом отравлении такие же признаки, как и при вдыхании бензола^{3; 4}.

Вопрос о том, вызывается ли так называемое хлорное акне (см. «Хлор») «веществами хлорбензоловой группы»², подлежит дальнейшему изучению.

Литература

1. Götzmann, Diss. Würzburg 1904.
2. Lehmann, Arch. f. Dermat. u. Syphilis 77, 323 (1905).
3. Mohr, Dtsch. med. Wchschr. 1902, 73.
4. Навроцкий, Врач. дело 8, 1637 (1925).

Дихлорбензолы

Формула: $C_6H_4Cl_2$ (орто и пара). Мол. в.: 146,95

Получение. *p*-Дихлорбензол выкристаллизовывается при охлаждении паров кипящей выше 140° фракции, получаемой при добывании хлорбензола. Из маточного раствора путем фракционной перегонки удается получить кипящую при 175° смесь, состоящую из 75% *o*- и 25% *p*-дихлорбензола.

Свойства. *p*-Дихлорбензол. Кристаллы; темп. пл. 53° ; темп. кип. 173° ; уд. в. при 20° 1,458. Вес литра пара 6,11 г.

o-Дихлорбензол. Жидкость; темп. плавл. -18° ; темп. кип. 179° ; уд. в. при 20° 1,298.

Смесь из 75% *o*- и 25% *p*-дихлорбензолов. Жидкость; темп. кип. $167-180^\circ$; уд. в. при 20° 1,336.

Возможности отравления. В анилинокрасочной промышленности; при применении *p*-дихлорбензола в качестве средства в борьбе с вредителями («Глобаль»); при применении смеси изомеров в качестве растворителя.

Общий характер токсического действия. Качественно такой же, как и у монохлорбензола, его раздражающее действие на слизистые оболочки резко выражено.

Явления отравления

1. У животных. Смесь из *o*- и *p*-дихлорбензолов в концентрации выше 14 мг/л, или 2400 частей пара на миллион, вызывает у кошек сильное раздражение и более сильное общетоксическое действие, чем монохлорбензол².

2. У человека. Концентрации 100 мг/л *p*-дихлорбензола, или 17 000 частей пара на миллион, могут вредно действовать^{3, 4}. Однако случаи серьезных нарушений здоровья до сих пор не известны¹.

Литература

1. Koelsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 375, 1926.
2. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerhygiene. S. 283, 1919 (рус. пер., ГИЗ, 1923).
3. Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 384, 1928.
4. Leymann, Concordia (Berl.) 1902, 57.

Хлористый бензил

Формула: $C_6H_5 \cdot CH_2Cl$. Мол. в.: 126,51

Получение. Хлорированием толуола на свету.

Свойства. Бесцветная жидкость с острым запахом; темп. пл. -48° ; темп. кип. 179° ; уд. в. при 15° 1,104. Вес литра пара 5,26 г.

Возможности отравления. В химической промышленности.

Общий характер токсического действия. Раздражает все слизистые оболочки, в особенности глаз. В более высоких концентрациях оказывает действие на центральную нервную систему (параличи).

Явления отравления

1. У животных. а) Острое отравление^{2, 3}. Кошки

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,2	40	8 час.	умеренное раздражение
0,5	100	8 "	сильное раздражение
0,9	170	8 "	сильное раздражение, опасно для жизни; последующие заболевания
2,0	400	7½ часа	немедленно наступающее раздражение, через 1 час привыкание; на следующий день кашель, чихание, помутнение роговицы; через 2—3 дня смерть от отека легких или от воспаления легких
начиная от 5	1 000	ок. 2 час.	наряду с общим раздражением легкие признаки паралича
7—18	1 400—3 500	8 час.	смерть тотчас же по окончании экспозиции; отек легких
11½	2 200	6½ часа	полный паралич конечностей; через 3½ часа бессознательное состояние; смерть через 6½ час.
24	4 600	½ часа	смерть на 21-й день после кажущегося выздоровления

Кролики менее чувствительны, чем кошки; обычно смерть наступает у них позже.

Собаки. Концентрация 1,9 мг/л, или 370 частей пара на миллион, при экспозиции 8 час. вызвали смерть в первые сутки (ночью).

б) Подострое отравление³. Концентрация 0,48 мг/л, или 93 части пара на миллион при ежедневной экспозиции по 8 час. в течение 6 дней вызывает у кошек все усиливающееся с каждым днем воспаление слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, иногда со смертельным исходом, а у кроликов только весьма умеренное раздражение (только на 6-й день слабое покраснение слизистых оболочек рта и носа).

2. У человека. Концентрация 0,16 мг/л, или 31 часть пара на миллион, вызывает нетерпимое раздражение глаз; раздражение носа более умеренное³; действие непродолжительное. Концентрация 85 мг/м³, или 0,085 мг/л, что соответствует 16 частям пара на миллион, может уже при экспозиции в 1 мин. оказаться нетерпимой для нормального человека¹. Концентрация 1 мг/л, или 190 частей пара на миллион, может вызвать поражение дыхательных путей³.

Определение. Адсорбцией углем с последующим экстрагированием; затем определяют хлор.

Литература

1. Meyer, Gaskampf, S. 359, 1925 (рус. пер., ГИЗ, 1927).
2. Schütte, Diss. Würzburg 1912.
3. Wolf, Diss. Würzburg 1915.

Дополнительная литература

- Fieldner, Warning agents for fuel gases, New York 1931.
 Лазарел, Бюлл. Ленингр. Инст. орган. и охраны труда № 14—15 (1932).
 Черкес, Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, 5-е изд., Киев (1936).

Бромистый бензил

Формула: $C_6H_5 \cdot CH_2Br$. Мол. в.: 170,97

Получение. Действием брома на кипящий толуол.

Свойства. Жидкость темп. кип. 199° ; темп. плавления $-3,9^\circ$; уд. в. 1,44. Вес литра пара 7,11 г. Летучесть при 20° $2400 \text{ мм}^3/\text{м}^3$, или 3,4 мг/л. Очень медленно разлагается водой.

Возможности отравления. Во время мировой войны был испытан немцами и французами (Cyclite) как отравляющее вещество.

Общий характер токсического действия. Сильно раздражает все слизистые оболочки и в особенности глаз («лакриматор»). В более высоких концентрациях действует на центральную нервную систему. Действует сильнее, чем хлористый бензил.

Явления отравления

1. У животных. У кошек вдыхание концентрации 0,2 мг/л, или 29 частей пара на миллион, при экспозиции 15 мин. вызывает смерть через 3 дня.

2. У человека. Сильнейшее слезотечение. Концентрация 0,0035 мг/л, или 0,5 частей пара на миллион делает человека в несколько секунд нетрудоспособным или небоеспособным¹. По немецким данным минимально нетерпимая концентрация при экспозиции в 1 мин. для нормального человека равна 35—40 $\text{мм}^3/\text{м}^3$, или 0,05—0,06 мг/л, что соответствует 7—8 частям пара на миллион¹.

Определение. Аналогично хлористому бензилу.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
2. Meyer, Gaskampf, S. 360, 1925 (рус. пер., ГИЗ, 1927).
3. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 70, 1925 (рус. перевод, изд. «Наука», 1932).

Иодистый бензил

Формула: $C_6H_5 \cdot CH_2I$. Мол. в.: 217,97

Свойства. Жидкость; темп. кип. 226° ; уд. в. 1,77. Вес литра пара 9,07 г. Летучесть при 20° : $663 \text{ мм}^3/\text{м}^3$, или 1,2 мг/л.

Возможности отравления. Был испытан во время мировой войны французами и итальянцами как боевое отравляющее вещество.

Общий характер токсического действия такой же, как у бромистого бензила, но действует сильнее.

Явления отравления. Сильное слезоточивое вещество. Концентрация, которую нормальный человек может еще выдержать больше чем 1 мин., — это 15 $\text{мм}^3/\text{м}^3$, или около 0,027 мг/л, или около 3 частей пара на миллион¹.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
2. Meyer, Gaskampf, S. 62, 1925 (рус. пер., ГИЗ, 1927).

α -Бромбензилцианид

Формула: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH} \begin{matrix} \text{Br} \\ \text{CN} \end{matrix}$ Мол. в.: 195,97

Получение. Действием цианистой щелочи на хлористый бензил и бромированием образующегося цианистого бензила.

Свойства. Маслянистая жидкость; темп. кип. 232° ; темп. плавления $> -17^\circ$; уд. в. при 20° 1,519. Вес литра пара 8,15 г. Не разлагается при перегонке.

Возможности отравления. Был исследован американцами как боевое отравляющее вещество, но не был применен.

Общий характер токсического действия. Очень сильно раздражает глаза. В остальном см. «Бромистый бензил».

Явления отравления. Уже концентрации 0,0003 мг/л, или примерно 0,04 части пара на миллион, вызывают слезотечение. α -Бромбензилцианид очень стоек и долго сохраняется на местности; на открытом воздухе он может сохраняться в течение 30 и более дней. 20%-ная едкая щелочь разрушает в $2\frac{1}{2}$ раза большее по весу количество α -бромбензилцианида.

Литература

Meyer, Gaskampf, S. 361, 1925 (рус. пер., 1943, 1927).

Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 169, 1925 (рус. перевод стр. 140, Изд. „На варті“ 1932).

Дополнительная литература

Черкес. Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, 5-е изд., Киев (1936).

Хлористый бензаль (хлористый бензилиден)

Формула: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CHCl}_2$. Мол. в.: 160,96

Получение. Хлорированием толуола в присутствии PCl_5 .

Свойства. Жидкость; темп. замерзания $-17,4^\circ$; темп. кип. $205-207^\circ$; уд. в. при 14° 1,2557. Вес литра пара 6,69 г.

Возможности отравления. При химических работах, например при получении бензальдегида.

Общий характер токсического действия такой же, как у хлористого бензила; меньше раздражает; уже в малых концентрациях оказывает некоторое действие на центральную нервную систему.

Явления отравления

1. *У животных. Собаки.* Концентрации от 2 мг/л, или около 300 частей пара на миллион, при экспозиции 6—7 час. вызывают смерть животных в течение 3 недель.

2. *У человека.* Пары вызывают слезотечение. Случаи отравлений до сих пор не известны.

Литература

Schütte, Diss., Würzburg 1912.

Wolf, Diss., Würzburg 1915.

Бромированные ксилолы

Смеси бромистых ксилолов и бромистых кситиленов применялись во время мировой войны немцами под названием «T-Stoff».

Формулы: $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2\text{Br} \end{matrix}$ и $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{matrix} \text{CH}_2\text{Br} \\ \text{CH}_2\text{Br} \end{matrix}$ (мета и пара).

Мол. в.: 184,99 и 263,89.

Получение. Бромированием ксилола.

Свойства. Жидкость; темп. кип. $216-220^{\circ}$; уд. в. около 1,40. Летучесть при 20° равна $663 \text{ мл}^3/\text{м}^3$, или примерно $0,9 \text{ мг/л}$. Водой разлагается, но очень медленно.

Возможности отравления. При применении в качестве раздражающего вещества («лакриматора»).

Общий характер токсического действия такой же, как у бромистого бензила. Токсичность сравнительно небольшая.

Явления отравления

1. У животных. Длительное сильное раздражение всех слизистых оболочек, в особенности глаз. Слабо действует на легкие. При очень высоких концентрациях отек слизистых оболочек, отек легких; спустя много дней — сонливость, отсутствие аппетита, смерть.

2. У человека. Концентрация в $40 \text{ мм}^3/\text{м}^3$, или $0,056 \text{ мг/л}$, при одномоментной экспозиции является для нормального человека нетерпимой*. Согласно американским данным⁴ уже концентрация $0,00378 \text{ мг/л}$, или 0,5 частей пара на миллион, делают человека в течение нескольких секунд небоеспособным**.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 569 (1921).
2. Hanslian, Der chemische Krieg, 2 Aufl., S. 30, 1927.
3. Meyer, Gaskampf, 2 Aufl., S. 63, 362, 1925 (рус. пер., ГИЗ, 1927).
4. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 70, 1925 (рус. перевод, стр. 138, изд. «На варті», 1932).

Перхлорнафталин (перна)

Вещество представляет собою в основном смесь продуктов хлорирования нафталина: масса, имеющая цвет от светложелтого до темнокоричневого, растворяющаяся в жирах; возгорается при 130° ; содержит 44—45% хлора.

Возможности отравления. Во время мировой войны применялся в качестве заменителя воска, смолы и каучука при импрегнировании тканей, и т. п.; при воздействии паров расплавленной массы, а также при воздействии образующегося при охлаждении паров мельчайшего порошка (сублимата) наступают разнообразные поражения. Причиной этих главным образом кожных поражений являются повидимому содержащиеся в «перне» до 3% легкие летучие соединения хлора⁴, от которых можно освободиться продуванием воздуха через расплавленную при 215° массу¹.

Общий характер токсического действия. Местные кожные поражения, а также и общие явления центрального происхождения.

Явления отравления

1. У животных. Некоторые животные пали после вдыхания паров при явлениях острого поражения печени (картина напоминает отравление тетрахлорэтаном). В опытах на животных не были получены кожные поражения³.

* Для чистого бромистого ксилола с темп. кип. $135-140^{\circ}$ нетерпимая концентрация равна $15 \text{ мл}^3/\text{м}^3$, или примерно $0,02 \text{ мг/л}$, что соответствует около 2,6 частей пара на миллион¹.

** Резкие расхождения в данных различных авторов о нетерпимых концентрациях объясняются в первую очередь отсутствием единого подхода при оценке состояния «нетерпимости» или «небоеспособности». Ред.

Рисунок 36 помещен вклейкой на стр. 548.

Зак. 3855. Флори и Черник „Вредные газы“

2. У человека. Сильное воспаление сальных желез, наподобие акне — в особенности на непокрытых участках кожи лица и рук, а иногда также и на покрытой коже, но в местах, подвергающихся трению; на лице зачастую образуются сливные корки (рис. 36).

Наряду с этим отмечается и общее действие: головная боль, чувство слабости, в особенности в ногах, неуверенная походка.

Чувствительность весьма различна; в среднем заболевает 50% рабочих.

Терапия. Цинко-салициловая паста, серно-салициловая мазь, цинко-резорциновая паста и т. д.; горное солище и рентгенотерапия. Инъекции протеиновых тел, какадиловокислого натрия.

Профилактика. Поддерживание низкой температуры плавления; отсасывание паров и пыли. Припудривание кожи перед работой; плотно закрывающаяся спецодежда. Предоставление возможности купания и умывания. Перевод рабочих с повышенной чувствительностью на другие работы.

Литература

1. Герм. пат. 327704 (Chem. Zentralblatt 1921, II, 130).
2. Koelsch u. Ullmann-Oppenheim-Rille. Schädigungen der Haut, Bd. 2, S. 327.
3. Lehmann. Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. S. 251. 1919 (рус. перевод, ГИЗ, 1925).
4. Teleky, Klin. Wschr. 1927, 584; 1928, 214.

Фенолы

Введение в бензольное ядро гидроксильной группы, благодаря высокой реакционной способности этой группы, вообще повышает общую токсичность, наряду с понижением наркотических свойств.

Дальнейшее введение других заместителей в бензольное ядро, или же дальнейшее гидрирование его в общем уменьшает токсичность фенола.

Фенол (карболовая кислота)

Формула: C_6H_5OH . Мол. в.: 94,05

Получение. Из карболового масла, добываемого из каменно-угольной смолы.

Свойства. В чистом виде кристаллы: темп. пл. 42°; темп. кип. 182–183°; уд. в. при 15° 1,066. Вес литра пара 3,92 г. 0,004 мг/л еще улавливается обонянием.

Возможности отравления. Прежнее его применение в медицине путем распыления имеет только историческое значение; в настоящее время отравление возможно при производстве и обработке пластических масс — продуктов конденсации фенол-формальдегида (искусственных смол), а также на всех производствах, где образуются пары фенола; правда, практически, ввиду применения соответствующей аппаратуры, отравления случаются редко.

Общий характер токсического действия. Первый яд: обладает местным раздражающим действием.

Явления отравления. Применявшееся раньше обычно при хирургических операциях распыление карболового раствора («Karbolspray» по Листеру) часто служило причиной острых отравлений врачей и обслуживающего персонала. Отмечались следующие явления: чувство слабости, головокружение, шум в ушах, потоотделение, иногда припадки возбуждения и потеря сознания. Таким путем могут всо-

литра пара 4,16 г. При обычной температуре растворяется в 28 частях воды; при подогревании раствор мутнеет. Продажный продукт: темп. кип. 155—165°; уд. в. при 20° 0,945—0,949. Трудно улетучивается; с фильтровальной бумаги испаряется в 400 раз медленнее такого же количества эфира.

Метилциклогексанол, гексагидрокрезол, метиланол, гепталин, гидролин

Смесь из трех изомерных гексагидрокрезолов в их различных стереоизомерных формах.

Формула: $C_6H_{10}(CH_3)OH$. Мол. в.: 114,11.

Получение. Путем каталитического гидрирования смеси из трех крезолов.

Свойства. Жидкость с запахом, напоминающим амиловый спирт, но запах более слабый; мало растворима в воде. Темп. кип. 165—175°; уд. в. при 20° 0,922. Вес литра пара 4,75 г. В два раза слабее улетучивается, чем циклогексанол.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для жиров, масел, воска, каучука, эфиров клетчатки, при получении лаков, полирующих средств, текстильного мыла, буровых масел и т. д.

Картина отравления. Действует парализующе на центральную нервную систему: токсичнее бензола, однако из-за слабой летучести метилциклогексанол менее опасен. Действия на периферические нервы и мышцы (подергиваний и дрожи) не отмечается (в противоположность бензолу); падение кровяного давления при отравлении меньше, чем при отравлении бензолом.

Кошки, кролики и собаки переносят без каких-либо последствий, как однократную, так и многократную (в течение нескольких дней) ингаляцию воздуха, насыщенного парами циклогексанола или метилциклогексанола¹.

До сих пор неизвестны случаи отравления человека в результате вдыхания паров этих веществ.

Литература

1. Pohl, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F., 2, 91 (1925).
2. Sato, Jap. Journ. med. Sci. Trans. Pharmacol., 3, № 1 (1928).

Спирты жирного ряда

Эти соединения являются наркотиками, токсичность которых с увеличением молекулярного веса увеличивается; одновременно они являются слабыми клеточными ядами; обладают слабым раздражающим действием.

Вопрос о возможности вдыхания паров возникает только по отношению к низшим первичным спиртам жирного ряда, имеющим в своей молекуле не больше 5 углеродных атомов; высшие члены этого ряда, а также вторичные и многоатомные спирты так мало летучи, что практически их пары не оказывают вредного действия.

Низшие гомологи — метиловый, этиловый и пропиловый спирты — смешиваются с водой в любых соотношениях. Поэтому длительное вдыхание даже слабых концентраций может вызвать накопление в организме значительных количеств вещества до тех пор, пока в крови не установится равновесие. Хорошая растворимость спиртов также является причиной того, что они медленно выделяются легкими.

Однако это медленное выделение частично компенсируется тем, что некоторые спирты окисляются и расщепляются в организме. В особенности это относится к этиловому спирту: сам по себе этиловый спирт оказывает более сильное наркотическое действие, чем метиловый спирт при одинаковых концентрациях; но вследствие исключительно быстрого окисления этилового спирта и превращения его в углекислый газ и воду вдыхание обычных концентраций его в воздухе не вызывает, в противоположность метиловому спирту, сколько-нибудь значительного отравления.

По отношению к наркотическому действию спиртов в известной степени может наступить привыкание. Оно сильнее всего выражено в отношении этилового спирта и повидимому является также результатом быстрого его окисления, а следовательно быстрого падения концентрации его в крови; в меньшей степени привыкание обязано изменению чувствительности нервной системы.

Спирты обладают не только наркотическим действием, но также (в связи с тем, что они растворяют жиры и осаждают белки) и общим протоплазматическим действием.

По Бэру¹ относительную токсичность, или вернее наркотическое действие низших спиртов жирного ряда, можно представить в виде следующего ряда:

Метиловый спирт	0,8
Этиловый спирт	1,0
Пропиловый спирт	2,0
Бутиловый спирт	3,0
Амиловый спирт	4,0

Практически, правда, метиловый спирт наиболее токсичен; что касается этилового спирта, то, как об этом уже было выше сказано, быстрое окисление в организме способствует ослаблению его действия, а у высших членов этого ряда увеличение токсичности выравнивается малой растворимостью и летучестью. Ср. следующую таблицу².

Наименование	Формула	Темп. кип.	При 40° растворяется в 100 объемных частях воды	Упругость пара при 40°
Метиловый спирт	CH_3OH	64,5°	смешивается	259,4
Этиловый спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	78,5°	смешивается	133,8
n-пропиловый спирт	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	97,5°	смешивается	53,8
n-бутиловый спирт	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	117,7°	15,1	31,6
n-амиловый спирт	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	139°	2,0	10,6

Литература

1. Baer, Arch. de Physiol., 1898, 287.
2. Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 166, 1927 (русск. перевод, стр. 150, Гострудинат, 1930).

Метиловый спирт

Формула: $\text{CH}_3 \cdot \text{OH}$. **Мол. в.:** 32,03

Получение. Получаемый при сухой перегонке дерева сырой древесный уксус дает при ректификации в качестве первой фракции так называемый древесный спирт — жидкость, имеющую окраску от желтого до коричневого цвета; она состоит примерно из 79% метилового спирта, 15% ацетона и иных кетонов, 3—4% метилацетата и других сложных эфиров, 0,3% аллилового спирта (см. ниже), приблизительно около 1—2% альдегидов, как то: формальдегида, ацетальдегида и др., а кроме того углеводов, следов аммиака и аминов. Древесный спирт-сырец при фракционной перегонке разделяется на 3 части.

1. Первая фракция, богатая ацетоном. Применяется в качестве денатурирующего и растворяющего средства.

2. Метиловый спирт, не содержащий ацетона.

3. Последний, содержащий аллиловый спирт, погон, обладающий острым запахом.

Имеются кроме вышеупомянутого древесного спирта еще следующие продукты: химически чистый метиловый спирт с незначительным содержанием ацетона (0,05% и меньше) и метиловый спирт-сырец с непостоянным содержанием ацетона и метилацетата (см. также Приложение II — ред.)

В последнее время метиловый спирт получается также синтетически из окиси углерода и водорода в присутствии соответствующих катализаторов.

Свойства. Химически чистый метиловый спирт, метанол, представляет собою прозрачную как вода жидкость со слабым запахом, напоминающим этиловый спирт; смешивается с водой во всех отношениях. Темп. кип. 64,5; уд. в. при 15° 0,7970. Вес литра пара 1,33 г. При окислении сначала переходит в формальдегид, а затем в муравьиную кислоту.

Общий характер токсического действия. Наркотик, одновременно сильный нервный яд с кумулятивным действием. Отравляющее действие распространяется также на зрительный нерв и на сетчатку глаз.

Токсичность метилового спирта-сырца несколько сильнее⁶.

Теория действия. Причина специфического действия метилового спирта на нервную ткань и в особенности на зрение еще не выяснена. Однако весьма вероятно, что тяжелые последствия отравления вызываются неизвестными побочными продуктами окисления, которые у отдельных людей могут образоваться в разных количествах³. Играть ли роль среди этих продуктов окисления формальдегид и муравьиная кислота, как это предполагают вслед за Полем¹² многие исследователи, не вполне доказано.

Решающим для токсичности метилового спирта во всяком случае является медленное выделение его из организма. В результате этого, с одной стороны, действие его довольно длительное, а, с другой — при повторном вдыхании имеет место кумуляция.

Вдыхаемый метиловый спирт только частично окисляется в организме; остальная часть выделяется легкими в неизмененном виде; однако из-за высокой растворимости метилового спирта это выделение идет очень медленно, причем выделяется не более 50% введенного при вдыхании количества. Поэтому потеря сознания, наступающая при воздействии большого количества метилового спирта,

может продолжаться 2—4 дня, в то время как при этиловом спирте она редко длится больше 24 час. Выделение введенного однократно большого количества метилового спирта продолжается больше недели. Если еще до окончания полного выделения произойдет повторное вдыхание паров метилового спирта, то это новое количество присоединяется всякий раз к оставшемуся в организме веществу. Такие повторные ингаляции концентраций, которые сами по себе не вызывают заметного действия, приводят однако к созданию в крови и в нервной ткани токсических концентраций, т. е. к кумулятивному действию.

Замечательно то, что у крыс накопление метилового спирта идет как будто тем медленнее, чем выше вдыхаемая концентрация⁹. Жирные животные меньше воспринимают метиловый спирт, чем тонкие; это обстоятельство связано с малой растворимостью его в липоидах.

Возможности отравления. При применении его в производстве химических и косметических препаратов; при использовании его в качестве растворителя для красок, лаков, олифы, в качестве растворителя для протравы в деревообделочной промышленности; в качестве отделочного материала (для токарей, столяров и на карандашных фабриках), при покраске шелков и шляп; в качестве средства для очистки в оптической промышленности².

По вопросу о том, является ли метиловый спирт носителем токсического действия в случаях отравления путем вдыхания паров денатурированного спирта, содержащего в Германии 9% древесного спирта-сырца и 1% пиридиновых оснований, мнения расходятся. Пары пиридина при этом повидимому не имеют значения (см. разделы «Пиридин» и «Комбинированные отравления»).

По данным Гендерсона и Хаггарда⁵ подобного рода отравления отмечались при применении денатурированного спирта для предохранения от замерзания воды в радиаторах автомашин в тех случаях, когда горячие спиртовые пары при неправильном закрытии радиатора поступают в кабину. Эти авторы считают, что в данном случае сказывается токсическое действие метилового спирта. Наоборот, Леви считает, что метиловый спирт не является причиной каких-либо отравлений денатурированным спиртом; в воздухе тех производств, где имеет место испарение больших количеств денатурированного спирта, концентрации метилового спирта слишком незначительны (примерно 1%).

Явления отравления

1. У животных. Мыши⁴:

Мол./л	мг./л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ м ³) (приблизит.)	Действие
0,0071	230	176 000	смерть
0,0057	190	145 000	максимально переносимая концентрация

(Экспозиция не указана.)

Крысы³:

Объемн. %	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
0,2	2,6	2 000	до 8 час.	переносимо
0,88	11,5	8 800	8 час.	уже некоторое угнетение
2,25	29,5	22 500	8 час.	глубокий наркоз
5	65,5	50 000	2 1/2 часа	через 1/2 часа боковое положение; через 2 часа глубокий наркоз
1,3	17,0	13 000	20 мин.	к концу экспозиции боковое положение
3,16	41,50	31 600	18—20 час.	смерть

Собаки⁸. У собак повидимому как поглощение, так и насыщение идет значительно медленнее, чем у крыс.

Объемн. %	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
3,7	48,5	37 000	4 1/2 часа	через 2 часа начинается легкий наркоз
0,2	2,6	2000	24 часа	без всякого эффекта

Кошки¹³:

Объемн. %	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
2	26,5	20 000	6 час.	переносимо без всяких последствий
3,7	48,2	37 000	6 час.	через 3—4 часа шатающаяся походка, последующее действие: 1 животное выздоровело, 1 животное пало через 14 дней (резкое истощение)
7,4	97,1	74 000	6 час.	через 4 1/2 часа—боковое положение; последующее действие: 1 животное выздоровело, 1—пало через 3 дня (сильная гиперемия органов брюшной полости)
16,0	224,3	160 000	6 час.	через 2 1/2 часа боковое положение; через 5—5 1/2 час. глубокий наркоз; через 5 час. клонические судороги; последующее действие: смерть через несколько дней
29	380	290 000	3 1/2 часа	через 2 1/4 часа боковое положение; через 3 часа глубокий наркоз; последующее действие: смерть через несколько часов

Все эти цифры имеют только относительное значение; они годны только для суждения о наркотическом действии. Тонкие нарушения центральной нервной системы остаются обычно при подобных опытах на животных нераспознанными.

2. У человека

а) Острое отравление. О минимально токсических концентрациях паров метилового спирта для человека нет определенных данных. При высоких концентрациях и при особо неблагоприятных условиях может быть поглощено большое количество паров, достигающее до 5—10,0 г, что равно токсической дозе при введении через пищеварительный тракт. Все же (острое) отравление благодаря вдыханию больших концентраций паров метилового спирта по видимому совершенно невозможно, так как уже при содержании в воздухе 5 объемных процентов метилового спирта (или примерно 65 мг/л) наступает столь сильное раздражение, что едва ли можно дышать таким воздухом¹¹. Зато возможны отравления относительно меньшими концентрациями, если они длительно действуют; до насыщения ими проходит много часов.

Явления отравления выражаются вначале в раздражении слизистых оболочек верхних и нижних дыхательных путей и глаз (жжение, слезотечение, воспаление соединительных оболочек глаз). Признаки резорбтивного действия большей частью наступают только спустя несколько часов, а иногда и дней; в легких случаях эти явления сказываются в неуверенной походке, болях в животе, затуманенности зрения, легком цианозе. При тяжелых отравлениях появляется более или менее сильное недомогание, головная боль, головокружение, сонливость, одышка, плохой пульс; расстройства со стороны пищеварительного тракта (тошнота, рвота, тяжесть в желудке, колики, запоры); иногда также раздражение мочевого пузыря и кровотечения. В первую очередь однако наступают расстройства зрения: сначала расплывчатость видимых предметов и затуманенность зрения, с расширением, а зачастую неподвижностью зрачков; затем боли в глазном яблоке и наконец крайнее ослабление зрения или даже полная слепота. Часто через несколько дней острота зрения улучшается; это улучшение может быть весьма длительным, но обычно повторное постепенное ослабление зрения приводит к стойкой слепоте.

Соответственно медленному выделению и последствие при вдыхании паров метилового спирта весьма многообразно. Большей частью наблюдаются долго длящаяся (в течение многих дней) усталость, неприятное самочувствие, депрессия, боли в конечностях, цианотичность; расстройство зрения, например мелькание в глазах и воспаление зрительных нервов, могут сохраняться сравнительно долго. Характерным является также долго сохраняющийся запах спирта в выдыхаемом воздухе.

б) Хроническое отравление. Симптомы заключаются в раздражении слизистых оболочек, в наклонности к катарру дыхательных путей и к острым легочным заболеваниям, затем в давящей головной боли, шуме в ушах и дрожании; наряду с этим бывают местные и общие невриты и прежде всего расстройство зрения.

Выздоровление как после острого, так и после хронического отравления от вдыхания паров метилового спирта идет всегда очень медленно.

Индивидуальная чувствительность к метиловому спирту весьма различна; возможна также и сенсibilизация. По данным Леви на шестимесячный ребенок временно потерял зрение вследствие

того, что его родители пользовались вблизи его кровати лампой, заправленной метиловым спиртом (действие формальдегида?).

Терапия. По возможности ускорение выделения из крови: кровопускание с последующим вливанием физиологического раствора, возбуждение дыхания кислородом или воздухом с прибавлением к нему 5% углекислоты; при явлениях со стороны сердца — кофеин и т. п.; в тяжелых случаях рекомендуется также адреналин.

Определение. Пропускают через кислый или щелочной раствор перманганата (15,803 перманганата калия, 40 г кристаллической фосфорной кислоты или 40 г едкого натра в литре), затем кипятят 15—20 мин. на водяной бане, обесцвечивают щавелевой и серной кислотой и обратно титруют перманганатом. 1 см³ 0,5 N раствора перманганата — 2,67 мг метилового спирта, или 3,75 мг формальдегида⁸.

Литература

1. Bills a. Maikin, Journ. of Compar. Physiol. 1, 495 (1921).
2. Boos, Boston med. Journ. 193, 757 (1925).
3. Brückner, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 1, 17 (1924).
4. Fühner, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 122, 73 (1927).
5. Henderson-Haggard, Noxious Gases. p. 166, 1927 (рус. перевод, стр. 148, Госгиздат, 1930).
6. Hunt, Johns Hopkins Hosp. Bull. 13, 137 (1902).
7. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 9 (1921).
8. Lockemann u. Croner, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 77, 257.
9. Loewy u. v. d. Heide, Biochem. Ztschr. 65, 230 (1914).
10. Loewy, Vrtlschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen 48, Suppl. (1914).
11. Müller, Hygien. Rdsch. 1911, 878.
12. Pohl, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 31, 281 (1893).
13. Witte, Diss. Würzburg 1931.

Дополнительная литература

- Bertarelli, Ann. hygiène 42, 665 (1932).
- Keeser, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 160, 687 (1931). Deutsche med. Woch. № 10 (1931).
- Leschke, Münch. med. Woch. 714 (1932).
- McCord, Industr. a. Engin. Chemistry 23, 931 (1931). (Литература).
- Гельман, Введение в клинику профессиональных отравлений, Москва, 1929.
- Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях 192, 2-е изд., Союзгиз, 1931.
- Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. орган. и охр. труда № 14—15 (1932).
- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в пром., ч. 1, стр. 161, Госхимтехиздат (1933).
- Яковцевская, Гигиена безоп. и патол. труда № 11, 51 (1931).

Этиловый спирт

Формула: C₂H₅ · OH. Мол. в.: 46,05

Получение. При брожении содержащих сахар веществ и т. п., в особенности крахмала, преимущественно картофельного; также и синтетически из этилена или ацетилену, как исходных продуктов.

Свойства. Жидкость со своеобразным запахом. Темп. кип. 78,5°; уд. в. при 15° 0,7935. Вес литра пара 1,91 г. Смешивается во всех отношениях с водой.

Общий характер токсического действия. Вначале «возбуждение», затем паралич центральной нервной системы.

Теория действия. Этиловый спирт, попадая при вдыхании в организм, очень медленно (еще медленнее, чем метиловый спирт) в нем накапливается, так как значительная часть попавшего в организм спирта сгорает в нем (у свинok — 66,5%, у крыс — 73,8—98,9%). Чем

выше парциальное давление паров спирта во вдыхаемом воздухе, тем большее количество их поглощается организмом в единицу времени.

Если исходить из концентраций, вызывающих у животных тяжелые признаки отравления или острую смерть, то этиловый спирт оказывается токсичнее метилового спирта. Все же отравление этиловым спиртом протекает значительно более доброкачественно, чем метиловым, главным образом потому что, как об этом было упомянуто выше, этиловый спирт не только медленнее всасывается, но и значительно скорее выделяется³. См. разделы «Спирты жирного ряда» и «Метиловый спирт».

Явления отравления

1. У животных. Мыши¹. Концентрация 0,0012 мол/л, или около 55 мг/л, соответствующая примерно 30 000 частям пара на миллион, является смертельной концентрацией; концентрация 0,00096 мол/л, или около 44 мг/л, что соответствует примерно 24 000 частям пара на миллион, является уже переносимой (экспозиция не указана).

Крысы и морские свинки². Индивидуальная устойчивость различна. Морские свинки менее чувствительны к этиловому спирту, чем крысы.

Действие паров этилового спирта на крыс и морских свинок⁴

Объемы. %	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Крысы	Морские свинки
0,3—0,45	5,6—8,5	3 000—4 500	6 час.	без видимых изменений	
			8 час.	сонливость	
			24 час.	легкое оцепенение	
0,64	12	6 400	8 час.	легкий наркоз	легкий наркоз
0,7—1,15	13—22	7 000—11 500	до 24 час.		только легкий наркоз
1—1,25	19—24	10 000—12 500	4 часа	пошатывание	
			8 час.	глубокий наркоз	
			21 час.	смерть	
2—2,3	38—43	20 000—23 000	4 часа	легкий наркоз	еще без видимых изменений
			6½ час.	боковое положение	пошатывание
			10 час.	смерть	пошатывание
			24 час.		только глубокий наркоз
4,5	85	45 000	4 часа	глубокий наркоз	пошатывание
			6½ час.	смерть	легкий наркоз
			8¼ часа		глубокий наркоз, роговичный рефлекс сохранен
					смерть через 2 часа после опыта

Собаки². ¾—2-часовое вдыхание воздуха, пропущенного через абсолютный спирт (концентрации не установлены), не вызывает опьянения (Греган и Кенко²).

2. У человека. Индивидуальная устойчивость при вдыхании весьма различна. Люди, не привыкшие к спирту, более чувствительны к его действию.

Действие на человека паров спирта при вдыхании ³

Подопытное лицо	Объемн. %	мг/л (прибли- зит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
А (непривычный к алкоголю)	0,138	2,6	1 380	39 мин.	до 28-й минуты никаких явлений; через 33 мин. головная боль. Последствие: некоторое угнетение
А	0,23	4,3	2 300	50 мин.	сначала ощущение теплоты, начиная с головы и лба, а затем и в животе; руки и ноги холодные; зуд в носу. Последствие: угнетение и ощущение давления в области лба
С (привычный к алкоголю)	0,5	9,4	5 000	2 часа	через 20 мин. умеренная постепенно нарастающая головная боль
В (привычный к алкоголю)	0,6	11,3	6 000	2 часа	резко, неприятно ощущаемый запах паров, только время от времени небольшое давление в висках
В	0,7	13,2	7 000	1 ч. 50 м.	такое же ощущение запаха, как и в предыдущем случае. Через 1½ часа долго длящееся давление в надглазничной области; ощущение жара; через 1¼ часа усталость; клонит ко сну
А	0,88	16,7	8 800	½ часа	запах паров вначале почти непереносим, затем наступает привыкание к нему, — остается только жжение в глазах. Усиливающееся чувство жара во лбу и ушах. Через ½ часа усталость и склонность ко сну

У одного ребенка наступил полный наркоз при вдыхании паров спирта (Кальт²).

По данным Леви и Гейде³ концентрация 0,1 объемн. %, соответствующая 1,9 мг/л, или 1 000 частям пара на миллион, может уже вызвать легкие признаки отравления; 0,5 объемн. %, или 9,5 мг/л, или 5 000 частей пара на миллион, вызывают при длительном вдыхании угнетение и сонливость, а 1½—1 объемн. %, или 9,5—19 мг/л, или 5 000—10 000 частей на миллион, вызывают эти явления уже в первые часы. В тех промышленных предприятиях, где происходят отравления от вдыхания паров этилового спирта, в воздухе содержится этих паров больше, чем 0,1 объемн. %.

Длительное вдыхание паров спирта иногда приводит, так же как и у алкоголиков, к циррозу печени².

По вопросу о токсичности денатурированного спирта см. раздел «Метиловый спирт».

Профилактика. Приведенные ниже выдержки из обязательного постановления НКТ СССР от 10 января 1931 г. № 10 имеют в виду как предупреждение пожаров и взрывов, так и предупреждение отравлений.

Извлечение из **Правил безопасности при производстве серного эфира и ректификации спирта** (Известия НКТ СССР от 10/II 1931 г. № 4).

II. Отделение ректификации спирта

... 17. Необходимо следить, чтобы все соединения труб, кранов и пр., из которых мог бы просачиваться спирт, были в исправном состоянии.

18. Перед ремонтом ректификационных аппаратов работа на них должна быть закончена не позже, чем за 2 часа до ремонта.

19. При ремонте спиртовых ректификационных колонн они должны быть выхожены до полного отсутствия паров спирта.

20. При ремонте спиртовых баков, когда в них необходимо спускаться рабочим, баки должны быть промыты водой и тщательно провентилированы от паров спирта.

IV. Отделение хранения спирта и эфиров

24. Цистерны, спирто- и эфиропроводы должны возможно чаще и не менее одного раза в месяц осматриваться в присутствии заведующего или дежурного мастера.

26. Если для осмотра или исправления необходимо влезть внутрь цистерны, то предварительно ее следует тщательно обмыть водой, открыв люки и сняв спускные краны. Лишь убедившись, что в цистерне нет паров эфира или спирта, можно приступить к внутреннему осмотру и исправлению...

Определение по Дальтону и Эллиоту. Пропускание через оттитрованную по спирту смесь бихромата и серной кислоты (0,1 N до 2 N раствора бихромата и равное количество концентрированной серной кислоты), затем нагревание и обратное иодометрическое титрование; разность между количеством израсходованных кубических сантиметров 0,1 N раствора гипосульфита, умноженная на 1,15, дает содержание спирта в миллиграммах³.

Литература

1. Bachem, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 122, 73 (1927).
2. Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. I, S. 262, 1923.
3. Loewy u. v. d. Heide, Biochem. Ztschr. 86, 125 (1914).

Дополнительная литература

- Klaus Hausen, Biochemische Zeitschr. 160 (1925).
 Leschke, Münch. med. Woch. 751 (1932).
 Zangger, Arch. f. Gewerbepathol. 2, 205 (1931).
 Вигдорчик, Профессиональная патология, 324, Медгиз, 1930.
 Каплун, Алкогольные профессии. Б. мед. энц. I, 425 (1928).
 Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. организ. и охраны труда № 14-15 (1932).
 Мендельсон, Труды Ленинградского института по изучению профзаболев. IV, 85, Ленинград (1929) (там же ряд других работ).
 Памфилов (ред.), Промышленно-санитарная химия, 181, Соцэкгиз, 1931.
 Яковцевская, Гигиена безоп. и патол. труда 12, 51 (1931).

Пропиловые спирты

Мол. в.: 60,06. Вес литра пара: 2,50 г.

а) *n*-Пропиловый спирт

Формула: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Получение. Из сырого сивушного масла путем фракционной его перегонки. Синтетически — из крекинг-газа путем перевода содержа-

щегося в нем пропилен в эфир серной кислоты и омылением последнего (вместе с таким же образом получаемым бутиловым и амиловым спиртом).

Свойства. Жидкость с сильным спиртовым запахом; смешивается с водой. Темп. кип. $97,5^{\circ}$; уд. в. при 20° 0,8044; темп. воспламенения 22° . $0,5 \text{ см}^3$ испаряется на фильтровальной бумаге в 11 раз медленнее, чем такое же количество эфира.

б) Изопропиловый спирт

Формула: $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$.

Получение. Каталитическим восстановлением ацетона.

Свойства. Бесцветная, нейтральная жидкость с более слабым запахом, чем у *n*-пропилового спирта; смешивается с водой, темп. кип. $82,3^{\circ}$; уд. в. при 20° 0,786; темп. воспламенения $18-20^{\circ}$. Менее летуч, чем *n*-пропиловый спирт; испаряется в 21 раз медленнее эфира.

Общий характер токсического действия. Пропиловые спирты вызывают при вдыхании местное раздражение в умеренной степени; они качественно действуют так же, как и этиловый спирт, но сильнее его. Однако благодаря их сравнительно малой летучести и растворимости это более сильное действие при вдыхании практически почти не сказывается.

Изопропиловый спирт менее токсичен, чем *n*-пропиловый спирт (Macht).

Возможности отравления. При применении их в качестве растворителей.

Явления отравления. Крысы при $\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$ -часовом пребывании в насыщенной парами изопропилового спирта атмосфере проявляли только легкие признаки отравления (Macht). Профессиональные отравления на почве вдыхания паров пропилового спирта до сих пор не описаны.

Литература

Macht, Arch. internat. Pharmacodynamie, 26, 285 (1922).

Бутиловые спирты

Мол. в.: 74,08. Вес литра пара: 3,08 г

а) *n*-Бутиловый спирт

Формула: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Получение. Путем каталитического гидрирования кротонового альдегида, но главным образом биологическим путем из содержащего крахмал или сахар материала путем брожения, вызываемого специфическими бактериями.

Свойства. Бесцветная жидкость, растворимая примерно в 11 частях воды при обыкновенной температуре. Запах несколько напоминает сивуху, но он не неприятен. Темп. кип. 118° ; уд. в. при 20° 0,810; темп. воспламенения 34° , испаряется на фильтровальной бумаге в 33 раза медленнее эфира.

б) Вторичный бутиловый спирт

Формула: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOH}\cdot\text{CH}_3$

Получение. Из крекинг-газа (см. «Пропиловые спирты», *n*-пропиловый спирт).

Свойства. Жидкость; темп. кип. $99,5^{\circ}$; уд. в. при 20° 0,808.

с) Изобутиловый спирт

Формула: $(\text{CH}_3)_2\text{CH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$

Получение. Путем фракционной перегонки сивушного масла или синтетически (одновременно с пропиловым и амиловым спиртом) из окиси углерода и водорода при 450° в присутствии соответствующих катализаторов.

Свойства. Бесцветная жидкость, растворимая примерно в 10 частях воды. Сивушный, несколько резкий, но не неприятный запах. Темп. кип. 108° ; уд. в. при 20° 0,802. Темп. воспламенения 22° . Испаряется в 24 раза медленнее эфира.

д) Третичный бутиловый спирт

Формула: $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

Получение. Действием иодметилата магния на ацетон в растворе эфира.

Свойства. Кристаллы; темп. пл. $25,5^{\circ}$; темп. кип. $82,5^{\circ}$; уд. в. при 20° 0,789.

Возможности отравлений. При применении его в качестве добавочного к растворителям средства, в особенности в лаковой промышленности.

Общий характер токсического действия. Качественно такой же, как и у этилового спирта, количественно несколько сильнее, но практически, в силу малой его растворимости и летучести, вряд ли токсичнее этилового спирта. См. «Спирты жирного ряда».

Явления отравления

1. У животных¹. Для белых мышей имеются следующие исходные данные о токсичности при однократном вдыхании.

Третичный бутиловый спирт по токсичности занимает среднее место между пропиловым и этиловым спиртом.

Изобутиловый спирт по токсичности занимает среднее место между этиловым и метиловым спиртом.

Многократные ингаляции (9—18 раз) концентраций, не вызывающих глубокого наркоза, не опасны для жизни.

2. У человека. Практически до сих пор неизвестны случаи отравления путем вдыхания.

Литература

Weese, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., 135, 118 (1928).

Амиловые спирты

Формула: $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$. Мол. в.: 88,09.

Вес литра пара: 3,66 г.

Получение и свойства. Амиловый спирт брожения является главной составной частью сивушного масла, получаемого в качестве побочного продукта при винокурении, и добывается из этого масла путем фракционной перегонки. Желтоватая, сильно преломляющая свет жидкость с пронзительным, вызывающим кашель, напоминающим сивуху, запахом. Технический препарат кипит при $90-135^{\circ}$; уд. в. приблизительно 0,83. На фильтровальной бумаге испаряется в 62 раза медленнее эфира. Амиловый спирт брожения главным образом состоит из изоамилового спирта (изобу-

тилкарбинола) $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \rangle \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$, прозрачной, как вода, жидкости, с характерным, вызывающим кашель, запахом. Темп.

кип. 131°; уд. в. при 20° 0,812; растворим в 50 частях воды. Кроме того амиловый спирт брожения содержит *d*-амиловый спирт (вторично-бутилкарбинол)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{CH}_3\text{CH}_2 \end{array} \text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}, \text{ являющийся}$$

также прозрачной жидкостью с аналогичным запахом, но не вызывающим кашля. Темп. кип. 128°; уд. в. при 20° 0,816.

Общий характер токсического действия. Наркотические свойства отступают на задний план сравнительно с местным раздражением слизистых оболочек, а также и общим действием.

Возможности отравления. При применении его в качестве растворителя в лаковой промышленности; при изготовлении бездымного пороха, при получении химических препаратов, как амилнитрит, валериановая кислота; при очистке спирта.

Явления отравления. Раздражение слизистых оболочек глаз, а в особенности дыхательных путей; прилив крови к голове, головная боль, приступы головокружения; тошнота, рвота, понос (экскременты, а также и пот пахнут амиловым спиртом); дыхание делается более поверхностным, затем отмечается двоение в глазах, глухота, буйный бред, а в отдельных случаях смерть при тяжелых нервных явлениях.

Случай отравления. Один пивовар (неврастеник) ежегодно в период начала работ, вследствие вдыхания паров из бродильного чана, страдал в течение 7—8 дней нервным возбуждением и бессонницей; все предметы казались ему вначале красными (цвета шарлахрота), затем синими (цвета васильков), причем это восприятие цветов менялось часто в течение дня. При обследовании глаз — никаких изменений¹. Неизвестно, имело ли здесь место отравление одним амиловым спиртом, или также действие углекислоты.

Литература

1. Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 407 (1928).
2. Rambousek, Gewerbliche Vergiftungen. S. 264 (1911).

Дополнительная литература

- Коренман, Журнал прикл. химии, 4, в. 6 (1931).
Челинцев, Труды 1-го съезда лакокрасочной пром. Л. (1932).

Аллиловый спирт

Формула: $\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$. Мол. в.: 58,05

Получение. Из глицерина и щавелевой кислоты при нагревании до 200°. Кроме того из неочищенного метилового спирта путем фракционной перегонки.

Свойства. Бесцветная жидкость, смешивающаяся с водой во всех отношениях и обладающая острым и сильным запахом, темп. кип. 96,7°, уд. в. при 15° 0,8573. Вес литра пара 2,41 г.

Общий характер токсического действия. Местное раздражающее действие преобладает над наркотическим.

Явления отравления. У химиков на заводах после вдыхания паров аллилового спирта наблюдались сильное раздражение и воспаление слизистой носа и конъюнктивы глаз, кроме того долго не прекращавшееся чувство давления в голове и в глазах, затрудненное дыхание и продолжавшееся в течение многих дней гриппозное состояние

с тяжелым самочувствием; наблюдались также расстройства аккомодации (дальнозоркость).

Аллиловый спирт является основной причиной раздражающего действия древесного спирта (см. «Метиловый спирт»).

Дополнительная литература

McCord, Journ. of Amer. med. assoc. 98, 2269 (1932).

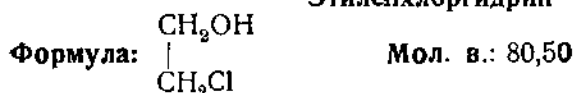
Fieldner, Sayers, Yant, Katz, Shohan, Leitch, Warning agents for fuel gases, U. S. Bureau of Mines, Monograph 4, New York (1931).

Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, стр. 172, Госхимтехиздат, 1933.

Галоидозамещенные спирты жирного ряда

У галоидных соединений, производных двух- и трехатомных спиртов, т. е. содержащих кроме галоида гидроксильную группу, наркотическое действие незначительно по сравнению с поражениями нервной системы, кровообращения и обмена веществ.

Этиленхлоргидрин



Получение. Присоединением хлорноватистой кислоты (из хлорной извести и углекислоты) к этилену.

Свойства. Бесцветная жидкость со слабым запахом; смешивается с водой; темп. кип. 129°; уд. в. при 20° 1,213. Вес литра пара 3,35 г. Летучесть при хранении в открытой чашке с диаметром в 62,4 см при 15° 0,05 г, при 23° 1,12 г, при 37° 2,15 г.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для ацетилцеллюлозы, в производстве лаков и красок, в производстве клеев, в бумажной промышленности, для удаления пятен от дегтя, для чистки машин, в фармацевтической промышленности и др.

Общий характер токсического действия. Сильный яд, влияющий на нервную систему и обмен веществ, со скрытым периодом действия, вместе с тем раздражает слизистые оболочки.

Явления отравления

1. У животных. При вдыхании паров в течение одного часа никаких явлений не отмечается, лишь позднее, часто спустя много часов, появляется тремор, пошатывание, паралич конечностей, в дальнейшем ясно выраженное боковое положение, возрастающее ослабление дыхания, смерть — спустя много часов. При очень слабых концентрациях и продолжительности действия только в течение одного часа животные иногда выживают, все же у них остаются тяжелые нервные явления и расстройства обмена веществ. Выздоровление наступает лишь спустя много недель и месяцев.

У кошек отравление протекает дольше, чем у мышей, морских свинок и кроликов; отмечены рвота, понос, расстройство равновесия, большие, не реагирующие на свет зрачки, иногда дрожание глаз (нистагм), а также клонические судороги.

У морских свинок низшая, определенная как смертельно действующая, концентрация при вдыхании в течение одного часа равна 3,6 мг/л, что соответствует примерно 1000 частям пара на миллион.

На вскрытии отмечалось раздражение дыхательных путей, частичное ожирение сердечной мышцы, печени и почек; особенно резко ожирение почек и раздражение их при длительных опытах.

Действие паров этиленхлоргидрина на животных (Кельш)

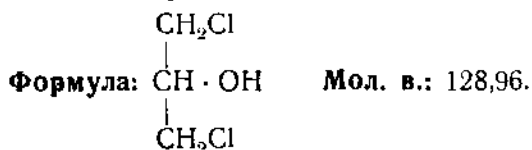
Вид животных	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
Морские свинки	4	1 200	в 1-й день 2 $\frac{1}{2}$ часа во 2-й день 8 час.	вялость, смерть спустя 12 час.
	18	5 500	$\frac{1}{4}$ часа	слезотечение, вялость, смерть спустя 30 час.
	22	6 600	на протяжении 14 суток: в течение 4 суток по 3 часа, в течение 4 суток по 4 часа	пониженный аппетит, апатия, похудание, смерть
	25	7 500	по 3 часа в течение 4 дней подряд	апатия, пониженный аппетит, потеря в весе, на 4-й день рвота, смерть
	45	13 500	в течение 2 дней подряд по 5 $\frac{1}{2}$ час.	вначале никакого заметного действия; постепенно развивается тяжелое заболевание, паралич, поверхностное, учащенное дыхание, почти полное угасание рефлексов, смерть через 3 часа по окончании опыта

2. У человека. Отравления, вызванные вдыханием паров этиленхлоргидрина, наблюдались в последние годы неоднократно. Симптомы выражаются вначале рвотой и головокружением. В более легких случаях быстро наступает выздоровление без дальнейших последствий. В более тяжелых случаях через несколько часов после вдыхания паров появляются более серьезные симптомы: сильная головная боль, слабость, некоторая вялость, тошнота, понос, повторная рвота, жажда, боли в области сердца; наблюдалось также легкое жжение в глазах. Иногда заболевание вызывает лишь продолжительную нетрудоспособность, но иногда приводит быстро к смерти. Такой случай смерти произошел например спустя несколько часов после работы в течение 2 час. при летней температуре с 1 л этиленхлоргидрина. Возможна повышенная индивидуальная чувствительность.

Литература

1. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 313 (1927).
2. J. Davidson Pratt, Nature (Lond.) 126, 995 (1930); по Chem. Zentralblatt 1931, 1, 1327.

Дихлоргидрин (β , β' -дихлоризопропиловый спирт)



Получение. Обработкой глицерина хлористым водородом в присутствии ледяной уксусной кислоты.

Свойства. Маслянистая жидкость, растворимая приблизительно в 9 частях воды; темп. кип. $174-175^{\circ}$; уд. в. при 20° 1,367; вес литра пара 5,36 г.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для ацетилцеллюлозы, смол, целлулоида и т. д.

Общий характер токсического действия. Умеренной силы наркотическое вещество, поражающее также сердце и нервную систему.

Явления отравления. После вдыхания паров «Энодина», главной составной частью которого как будто является дихлоргидрин, появились рвота, одышка и через несколько часов наступила смерть.

Литература

Molitoris, Dtsch. Ztschr. gerichtl. Med., 14, 149 (1929).

Эфиры

Эфиры представляют соединения, образовавшиеся путем отнятия воды от двух молекул одно- или разноименного спирта.

Три низших эфира жирного ряда — метиловый, этиловый и пропиловый — оказывают при вдыхании парализующее действие на центральную нервную систему и вызывают в зависимости от вдыхаемой концентрации более или менее быстро наступающее оглушение, или общий наркоз. Вместе с тем они нередко раздражают слизистые оболочки. Практическое значение из них имеет лишь этиловый эфир.

У эфиров непредельных спиртов раздражающее действие выражено сильнее.

С увеличением молекулярного веса летучесть и вместе с тем и действие эфиров уменьшается.

Двугалоидные производные метилового эфира представляют сильно раздражающие вещества с высокой токсичностью, зато наркотическое действие их совершенно незначительно.

Диметиловый эфир

Формула: $\text{CH}_3 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_3$. Мол. в.: 46,05

Получение. Нагреванием метилового спирта с концентрированной серной или фосфорной кислотой.

Свойства. Бесцветный газ; плотность 1,617; вес литра 1,91 г. Сжижается в жидкость, кипящую при $-24,9^{\circ}$. 1 объем воды при 18° растворяет 37 объемов газа. Обладает удушливым запахом; даже в смеси с кислородом вдыхание его неприятно.

Общий характер токсического действия. Наркотическое и вместе с тем раздражающее вещество.

Явления отравления

1. У животных. **Мыши.** Вызывающая наркоз концентрация — около 12 объемн. %, или около 230 мг/л, что соответствует 120 000 частям на миллион³.

Кошки (при введении с помощью канюли). 65 объемн. %, или 650 000 частей на миллион, или приблизительно 1200 мг/л вызывают наркоз; 85 объемн. %, или 850 000 частей на миллион, или прибли-

зительно 1600 мг/л вызывают глубокий наркоз с постепенно наступающим замедлением дыхания. После наркоза продолжительностью в 50 мин. для возвращения к норме нужно 20 мин.¹

2. У человека²:

Объемн. %	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Действие
до 7,5	140	до 75 000	через 12 мин. незначительные субъективные явления, никаких объективных симптомов
8,2	155	82 000	через 21½ мин. расстройство координации и зрения, через 30 мин. легкая анестезия лица и прилив крови к голове

Объемн. %	мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Начало действия через	Болтливость через	Расстройство координации и аналгезия через	Потеря сознания через
10	188	100 000	7 мин.	25 мин.	50 мин.	—
14	260	140 000	2 мин.	7 мин.	23 мин.	26 мин.
20	380	200 000	1 мин.	5 мин.	12—14 мин.	17 мин.

Определение. Протягиванием через конц. серную кислоту.

Литература

1. Brown, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics **23**, 485 (1924).
2. Davidsohn, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics **26**, 43 (1925).
3. Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch. **112**, 55 (1921).

Диэтиловый эфир (этиловый эфир, эфир, «серный эфир»)

Формула: (C₂H₅)₂O. Мол. в.: 74,08

Получение. Посредством перегонки этилового алкоголя с концентрированной серной кислотой при 130—140°.

Свойства. Жидкость, легко подвижная, очень летучая; темп. кип. 34,6°; уд. в. при 15° 0,720. Характерный «эфирный» запах. Вес литра пара 3,08 г. Растворяется в 12 частях воды. Легко воспламеняется. Пары дают с воздухом взрывчатую смесь; вследствие своего удельного веса они стелются понизу.

Общий характер токсического действия. Наркотическое, слабо раздражающее вещество.

Возможности отравления. Благодаря употреблению закрытой аппаратуры случаи отравления редки; большей частью при всяких авариях на производстве.

Эфир применяется в больших количествах при производстве бездымного пороха, искусственного шелка и коллодия, в качестве рас-

творителя и для экстракции. В США его также применяют зимой для пуска автомобильных моторов.

Очень широкое применение эфир также находит в качестве наркотического средства при хирургических операциях; в воздухе операционных были определены концентрации в 0,01—0,1 объемн. %, или 100—1000 частей на миллион, что соответствует от 0,3 до 3 мг/л.⁵ См. раздел «Применение газов в медицине».

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. После первоначального «возбуждения» вскоре наступает наркоз; при достаточной концентрации и продолжительности наркоза наступает смерть вследствие паралича дыхания.

Наркотические и смертельные концентрации этилового эфира для различных видов животных⁸.

Вид животных	Наркотическая			Смертельная		
	объемн. %	мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (см ³ /м ³)	объемн. %	мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (см ³ /м ³)
Мышь	2,15—3,9	65—120	21 500 до 39 000	7,44	225	74 400
Крыса	3,2	100	32 000	—	—	—
Кролики	2,1—10,0	65—300	21 000 до 100 000	10,6	320	106 000
Кошка	2,1—7,9	65—240	21 000 до 79 000	—	—	—
Собака	6,2 легкий наркоз 10,65 глубокий наркоз	180 легкий наркоз 320 глубокий наркоз	62 000 106 500	7,6—19,25	230—580	76 000 до 192 500
Воробей	5,48	165	54 800	11,41	340	114 100

Данные различных исследователей в некоторых случаях сильно расходятся отчасти вследствие различной индивидуальной чувствительности животных, отчасти же вследствие того, что ими не учитывалась продолжительность действия (см. вышеприведенную таблицу). Какую роль играет фактор времени, видно из следующей сравнительной таблицы (см. табл. на стр. 475).

2. У человека. **а) Острое отравление.** Непродолжительное вдыхание значительных количеств эфира более или менее сильно раздражает дыхательные пути и в известных случаях приводит к воспалению легких.

Вдыхание в течение 30—40 мин. концентрации паров эфира 35 000 частей на миллион, что соответствует 3,5 объемн. %, или около 100 мг/л, вызывает потерю сознания⁴. При более высоких концентрациях потеря сознания наступает раньше; более продолжительное вдыхание очень высоких концентраций вызывает смерть вследствие остановки дыхания.

Действие этилового эфира на мышей³

мг/л	Частей эфира на миллион (с.м./м.) (приблизит.)	Экспозиция	Боковое положение через	Угасание рефлексов через	Дальнейшее состояние
61	20 000	130 мин.	—	—	только сонливость
74	24 500	80 мин.	72 мин.	—	возвращение к норме
82	27 000	28—36 мин.	15—17 мин.	22—36 мин.	возвращение к норме
92	31 500	160 мин.	10 мин.	20—36 мин.	выживание
124	41 000	120 мин.	7 мин.	12 мин.	смерть

Явления отравления при ингаляции более значительных количеств эфира выражаются в рвоте (особенно у детей); багровое во время наркоза лицо становится бледным, температура тела падает и конечности холодеют. Дыхание становится неправильным и поверхностным и внезапно останавливается, по большей части при падении пульса и расширении зрачков. Все же эфир как наркотическое средство гораздо менее опасен, чем хлороформ. Случаи острой смерти вследствие вдыхания эфира редки.

Как последствия острых тяжелых отравлений эфиром наблюдались: запах эфира в выдыхаемом воздухе, продолжительная рвота, слюнотечение, сильные поты, чихание, кашель, кровохарканье, головная боль, ослабление памяти, общее подавленное или возбужденное состояние, нередко также раздражение почек, но особенно часто имеет место бронхопневмония.

Непродолжительное вдыхание незначительных количеств эфира вызывает лишь состояние похожее на оглушение с различной степенью возбуждения, однако настроение при этом может быть и пониженным. Особенно чувствительны в этом отношении к эфиру молодые субъекты, в частности девушки. На фабриках такие расстройства общего состояния большей частью быстро проходят благодаря понижению чувствительности. В случаях обнаружения повышенной чувствительности рабочие должны быть освобождены с данного производства.

Для получения наркоза в медицинской практике необходима концентрация эфира в крови, равная 1,5—3 г/л. Коэффициент распределения эфира между легочным воздухом и кровью составляет 1:5⁴.

в) Хроническое отравление. При производстве бездымного пороха и т. п. рабочие иногда обнаруживают симптомы хронического отравления эфиром: отсутствие аппетита, повышенную чувствительность к алкоголю, постоянную усталость, головные боли, разнообразные психические расстройства, падение в весе, воспаление почек. Длительное вдыхание содержащего эфир воздуха в плохо вентилируемых операционных также может вызвать расстройство здоровья⁵.

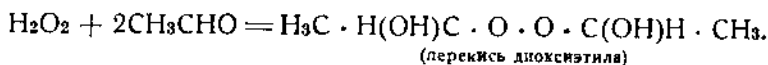
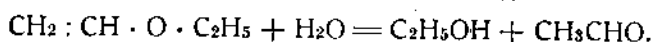
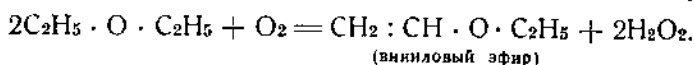
Проявляющееся при вдыхании незначительных количеств эфира приятное состояние опьянения вызвало так называемую эфироманию — привычный прием небольших количеств эфира либо через пищеварительный тракт, либо через дыхание. Этой эфироманией благоприятствует то, что такое опьянение наступает быстрее алкогольного

и уже от небольших количеств; при этом оно вызывает часто менее значительные расстройства, чем алкогольное опьянение. Зато от эфира раньше, чем от алкоголя, появляются хронические расстройства. Продолжительное вдыхание малых количеств эфира раньше или позже вызывает воспалительные процессы в легких, вследствие длительного раздражения дыхательных путей. Дальнейшими общими симптомами являются раздражимость, беспокойство, бессонница, подавленность, общая слабость, головные боли, шум в ушах, отсутствие аппетита, рвота по утрам, неприятный запах от кожи, тремор мышц, судорожные состояния и другие нервные симптомы. Сердце вскоре также вовлекается в страдание и обнаруживает особенно быструю утомляемость. Сосуды иногда, но не всегда, расширены и в соответствии с этим кожа краснеет; иногда однако она может быть бледной.

Выделение введенного через легкие эфира по большей части происходит обратно через легкие же. В зависимости от количества введенного эфира оно может продолжаться часами.

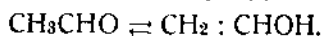
Неочищенный эфир. Отравления вследствие вдыхания паров эфира при наркозе часто вызываются известными примесями, возникающими под влиянием света и воздуха, благодаря окислению эфира при его хранении. Имеют значение главным образом следующие примеси: перекись водорода, ацетальдегид, виниловый спирт и органические перекиси. Ранее предполагали, что из последних основное значение имеет перекись этила $(C_2H_5)_2O_2$.

Однако по Виланду и Винглеру¹² образование продуктов окисления в эфире происходит согласно следующим формулам:



Перекись диоксиэтила непостоянна и легко распадается вновь на альдегид и перекись водорода или частично расщепляется на перекись ацетальдегида и ацетальдегид.

По Зейлеру содержащийся в эфире виниловый эфир образуется из ацетальдегида благодаря перегруппировке атомов:



По Мита¹⁰ истинным носителем токсичности долго стоявшего окисленного эфира следует считать перекись диоксиэтила. Она вызывает по Бурну² следующие явления у собак:

Содержан. в чистом эфире в %	Действие
0,3 $\frac{1}{2}$	даже при длительном наркозе не оказывает никакого действия
1—3	постепенное падение кровяного давления; замедление и расстройство дыхания спустя 20 мин. — 1 час. падение кровяного давления и расстройство дыхания

Бурн исследовал также и другие вещества, имеющиеся или могущие встречаться в эфире для наркоза.

Вещество	Содержание в чистом эфире в %	Действие на собак при вдыхании
Ацетальдегид	ниже 1 1 5	без влияния на наркоз дыхание замедленное и усиленное кроме того падение кровяного давления
Этилмеркаптан и диэтилсульфид	0,3 1 и более	не оказывает влияния на наркоз падение кровяного давления и расстройство дыхания
Диметилкетон, метилэтилкетон, диэтилкетон	лишь при 5	те же расстройства, что и у предыдущих

Эти наблюдения относятся однако лишь к собакам; опытов с другими более чувствительными животными не имеется.

Более давние опыты Стормван Левен¹¹ на кошках показали следующее. При добавлении к эфиру для наркоза $\frac{1}{2}$ —1% ацетона, метилэтилкетона, *n*- или изобутилового спирта, аминоэтилового спирта, перекиси этила величина смертельной концентрации в крови не изменялась. Добавление 1% изоамилацетата заметно повысило токсичность эфира; 1% этилацетата резко увеличил токсичность последнего; 5% метилэтилкетона уменьшили наркотическую дозу, но вызвали сильное раздражение слизистых оболочек.

Поводом для предыдущего исследования послужило применение различных комбинаций эфира с другими веществами, как например этанезала: эфир с углекислотой, с добавлением небольшого количества этилена и изоамилового алкоголя и значительного количества *n*-бутилового спирта.

Кербер⁷ показал, что в смесях эфира с воздухом, с содержанием эфира выше 0,0035%, в присутствии горящего пламени может между прочим также образоваться формальдегид. Практически в больших хорошо проветриваемых операционных помещениях не может возникнуть вопроса об отравлениях продуктами разложения эфира, все же возможность хронического отравления имеется.

Профилактика. См. выше (стр. 466) выдержки из Правил безопасности при производстве серного эфира и ректификации спирта. (Изв. НКЗ СССР от 10/II 1931 г. № 4). Имеющиеся приказы НКЗ предусматривают главным образом борьбу с загрязнением наркотического эфира (и хлороформа) токсическими продуктами.

Терапия. Такая же, как и при других наркотически действующих парах. См. раздел «Лечение газотравленных».

Определение. Улавливание концентрированной серной кислотой⁶ или адсорбция углем¹.

Литература

1. Berl, Ztschr. f. angew. Ch. **44**, 125 (1921).
2. Bourne, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics **28**, 409 (1926).
3. Fühner, Biochem. Ztschr. **115**, 241.
4. Henderson-Haggard, p. 155, 1927 (рус. перевод, стр. 137, Гострудииздат, 1930).
5. Hirsch u. Kappus, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. **110**, 391 (1929).

6. Horwitz, Diss. Würzburg, 1900.
7. Kärber, Klin. Wschr. **9**, 1130 (1930).
8. Kochmann u. Heffter, Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. I, S. 246, 1923.
9. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich, S. 246, Berlin 1927.
10. Mita, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. **104**, 276 (1924).
11. Storm van Leeuwen, Proc. roy. Soc. Med. **17**, 12 (1924).
12. Wieland u. Wingler, Liebigs Ann. **431**, 301 (1923).

Дополнительная литература

- Bresina, Internat. Uebersicht üb. Gewerbekrankheiten, 1927—1929, стр. 66, Berlin 1931.
- Mendenhall a. Connolly, Journ. of pharmacol. **43**, 315 (1931).
- Григорьев, Гигиена труда № 11, 86 (1924).
- Лазарев, Брусиловская и Лавров, Гигиена безопасн. и патол. труда № 10-11, 93 (1931). Biochem. Zeitschr., **240**, 12 (1931).
- Лазарев, Брусиловская и Лавров, Arch. f. Gewerbepathol., **2**, 641 (1931).
- Лазарев, Таблица растворимости ядовитых газов и паров. Прилож. 1 к русс. пер. книги Henderson и Haggard, «Вредные газы в промышленности», Гострудииздат, 1930; Бюлл. Ленингр. института организ. и охр. труда № 14-15 (1932).
- Нимцовицкая, Казанский мед. журнал № 10, 1029 (1929).

Непредельные эфиры

Действие на белых мышей по сравнению с этиловым эфиром.
Концентрация во всех случаях 0,0048 мол/л (4-литровый сосуд)

Название	Формулы	Мол. вес	Темп. кипения	Кэфф. распред. масло: вода при 20°	мг/л	Частей пара на миллион (прибл.)	Действие		
							наркоз через мин.	выздоровление через мин.	раздражение
Диэтиловый эфир	$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$ $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$	74	34,5°	2,3 (± 0,1)	355	117 000	98	85	+
Винилэтиловый эфир	$\text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \text{---} \text{O}$ $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$	72	35,5°	0,5 (± 0,1)	346	117 000	440	1140	+++
Дивиниловый эфир	$\text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \text{---} \text{O}$ $\text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \text{---} \text{O}$	70	39°	2,5 (± 0,2)	336	117 000	60	80	0
Аллилэтиловый эфир	$\text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$ $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$	86	68°	2 (?)	413	117 000	182	104	+++
Изопропенилэтиловый эфир	CH_3 $\text{CH}_2 \text{---} \text{C} \text{---} \text{O}$ $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$	86	59—63°	0,61 (± 0,1)	413	117 000	195	380	++
Диаллиловый эфир	$\text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$ $\text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \text{---} \text{O}$	98	94°	2 (?)	470	117 000	288	160	++++

Литература

Laake and Mey-Yu-Chen, Proc. Soc. exp. Biol. and Med., **28**, 151 (1930).

Моноэтиловый эфир этиленгликоля (гликольмоноэтиловый эфир, этилгликоль, целлосольв)

Формула: $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ **Мол. в.:** 90,08

Получение. Посредством этилирования гликоля.

Свойства. Жидкость, бесцветная, нейтральная, с очень слабым, но не неприятным запахом. Смешивается с водой. Чистое вещество: темп. кип. при давлении 751 мм 134,8°; уд. в. при 20° 0,923. Темп. кип. технического продукта 126—138°; уд. в. при 20° 0,932. Точка воспламенения 40°. Испаряется с фильтровальной бумаги в 40 раз медленнее, чем равный объем этилового эфира.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для сложных эфиров клетчатки и смол.

Токсическое действие. Насыщенный целлосольвом воздух (0,6%, соответств. приблизительно 22 мг/л) вызывал у морских свинок слабость и одышку; через 24 часа наступила смерть (отек легких).

Так как давление паров незначительно, то вряд ли можно опасаться образования токсических для человека концентраций.

Литература

Waite, Patty and Yant, Publ. Health. Rep., **45**, 1459 (1930); no Chem. Zentralblatt 1931, I, 965.

Дополнительная литература

Oettingen and Jirouch, Journ. of pharmacol. **42**, 355 (1931).

Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. организ. и охр. труда № 14—15 (1932).

Дихлордиметиловый эфир

Формула: $\text{ClCH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2\text{Cl}$ **Мол. в.:** 114,95

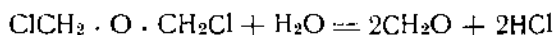
Получение. При действии хлористого водорода на формальдегид в присутствии отнимающих воду веществ.

Свойства. Жидкость, бесцветная; темп. кип. 105°; уд. в. при 20° 1,315. Вес литра пара 4,78 г. Летучесть при 20°: 137 см³/м³, соответствует около 180 мг/л. Легко разлагается водой.

Возможности отравления. Применялся в мировую войну в качестве боевого отравляющего вещества (см. раздел «Газы на войне»).

Общий характер токсического действия. Сильно раздражающее вещество, особенно для слизистых верхних и более глубоких дыхательных путей; даже непродолжительное вдыхание сравнительно незначительных концентраций может при известных условиях вызвать смертельное поражение легких.

Теория токсического действия. Теория простого гидролитического отщепления хлористого водорода в клетках не дает удовлетворительного объяснения сильного токсического действия дихлордиметилового эфира. Является ли, как многие предполагают, важнейшим фактором токсического действия образованный интрацеллюлярно формальдегид



экспериментально до сих пор не доказано.

Явления отравления. Концентрация в 10 мм³ жидкости на 1 м³, или 0,014 мг/л, что соответствует приблизительно 3 частям пара на мил-

лион, уже заметно раздражает глаза, нос, зев. Концентрация в 33 раза более сильная — 0,47 мг/л, или 100 частей пара на миллион, в несколько секунд выводит из строя, а при действии в продолжение 1—2 мин. вызывает тяжелые поражения легких³. Дихлордиметиловый эфир оказывает будто бы специфическое действие на лабиринт (орган слуха и равновесия во внутреннем ухе); поэтому французы в своей классификации боевых отравляющих веществ считают его представителем группы «*labirintique*»¹.

Литература

1. Hanslian, Der chemische Krieg, 2 Aufl., S. 28, 1928 (там же литература).
2. Meyer, Gaskampf, S. 353, 1925 (там же литература) (рус. пер., ГИЗ, 1927).
3. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 70, 1925 (рус. перевод, Веддер, Медицинские вопросы химической войны, стр. 138, изд. „На варті“, 1932 г.).

Дибромдиметиловый эфир

Формула: $\text{BrCH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2\text{Br}$. Мол. в.: 203,86

Получение. Действием бромистого водорода и серной кислоты на формальдегид.

Свойства. Жидкость, бесцветная, темп. кип. 154—155°; уд. в. при 20° 2,201. Вес литра пара 8,48 г. Летучесть при 16°: 14,5 см³ жидкости на 1 м³, что соответствует приблизительно 31,6 мг/л. Легко разлагается водой.

Возможности отравления. Во время мировой войны были попытки применить его в качестве боевого отравляющего вещества.

Токсическое действие. Такое же, как и дихлордиметилового эфира; раздражающее действие его немного меньше, токсичность количественно несколько выше, чем у последнего.

Литература

См. «Дихлордиметиловый эфир».

Тиоспирты и тиоэфиры

В меркаптанах и тиоэфирах сера химически не насыщена. Биологически она так же действует, как непредельная, и соответственно этому обнаруживает особую химическую активность в организме.

Это действие серы у простых меркаптанов и тиоэфиров распространяется преимущественно на центральную нервную систему. Дисульфиды менее активны, чем простые сульфиды.

Введение галоида усиливает раздражающее действие тиоспиртов и эфиров, понижая вместе с тем их наркотические свойства. У дихлордиэтилсульфида особенно выражено токсическое действие на клетку.

Этилмеркаптан

Формула: $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$. Мол. в.: 62,11

Получение. Из галоидозамещенного этила и спиртового раствора сульфидрата калия.

Свойства. Жидкость, бесцветная, плохо растворимая в воде. Темп. кип. 37°; уд. в. при 20° 0,839. Вес литра пара 2,58 г. Запах крайне неприятный, острый, ощущаемый еще при разведении 1 : 460 000 000².

Возможности отравления. В лаборатории и на производстве.

Общий характер токсического действия. Зловонное вещество. В больших количествах действует на центральную нервную систему: сначала раздражение, затем паралич дыхательного центра.

Явления отравления

1. У животных. Для собак в смеси с этиловым эфиром при концентрации 7,5 мг/л, что соответствует приблизительно 3000 частям пара на миллион, безвреден; только при содержании 25 мг/л, что соответствует приблизительно 10 000 частям на миллион, и больше наступает падение кровяного давления и расстройство дыхания¹.

2. У человека. Рвота, понос, временное появление белка, цилиндров и крови в моче; выздоровление².

Индикация. Находящиеся в пробирке кусочки глины, пропитанные раствором изатина в концентрированной серной кислоте, при пропускании через них меркаптана принимают сначала окраску цвета травы, а затем сине-зеленый цвет⁴.

Литература

1. Bourne, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 28, 409 (1926).
2. Fischer u. Penzoldt, Liebigs Ann. 239, 131 (1887).
3. Pichler, Zentralblatt f. inn. Med. 1918, № 43.
4. Rubner, Arch. f. Hyg. 19, 156.

Дополнительная литература

Fieldner, Sayers, Yant, Katz, Shohan a. Leitch, Warning agents for fuel gases, U. S. Bureau of Mines, Monograph 4, New York (1931).

Перхлорметилмеркаптан

Формула: $\text{CCl}_3 \cdot \text{SCl}$. Мол. в.: 185,91

Получение. При действии хлора на сероуглерод в присутствии незначительного количества иода.

Свойства. Желтая маслянистая жидкость с очень неприятным запахом. Кипит при 149° с незначительным разложением; уд. в. 1,72; вес литра пара 7,73 г.

Возможности отравления. Во время мировой войны были одно время попытки со стороны русской царской армии применить его в качестве боевого отравляющего вещества в смеси с хлористой серой.

Иногда находят его как примесь в сероуглероде⁴.

Общий характер токсического действия. Зловонное и раздражающее вещество с общетоксическим действием.

Явления отравления

1. У животных. При вдыхании в течение 15 мин. концентрации в 0,35 мг/л, что соответствует приблизительно 45 частям пара на миллион, мыши и кошки умирали в течение 1—2 дней (отек легких).

2. У человека. При вдыхании незначительных концентраций наблюдалось сильное раздражение глаз, зева и груди (трахеи — ред.). Как зловонное вещество вызывает тошноту и рвоту.

Литература

1. Hefnerich a. Reid, Journ. Amer. Chem. Soc. 43, 591 (1920).
2. Hanslian, Der chemische Krieg. 2 Aufl., S. 74, 1928.
3. Meyer, Gaskampf, S. 377, 1925 (рус. перевод. ГИЗ, 1927).
4. Zangger, Arch. Gewerbepathol. 1, 8, 142 (1930).

Диметилсульфид

Формула: $(\text{CH}_3)_2\text{S}$. **Мол. в.:** 62,11

Получение. Из галоидозамещенного метана и сернистого калия.

Свойства. Бесцветная жидкость. Запах очищенного продукта напоминает эфир, неочищенного — крайне неприятный. Темп. кип. $37,5^\circ$; вес литра пара 2,58 г. Нерастворим в воде.

Возможности отравления. В лаборатории.

Общий характер токсического действия. Действует парализующим образом.

Литература

Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 834, 1906.

Дополнительная литература

Fieldner, Sayers, Yant, Katz, Shohan, Leitch, Warning agents for fue gases. U. S. Bureau of Mines. Monograph 4, New York (1931).

McCord, Benzol (Benzene) poisoning, 47, 2 ed. (рект.), Cincinnati (1932).

Диэтилсульфид

См. эфир, стр. 477.

Дихлордиэтилсульфид

(иприт, дихлорэтилсульфид, хлористый тиодигликоль)

Формула: $\text{S} \begin{cases} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \end{cases}$ **Мол. в.:** 159,05

Получение. Обработкой тиодигликоля концентрированной соляной кислотой или из этилена и хлористой серы.

Свойства. Жидкость, прозрачная, легко подвижная, на холоду застывающая в кристаллы. Темп. замерзания около $13,5^\circ$; темп. кип. $215,5^\circ$; уд. в. при 20° 1,26 (точнее 1,27 — ред.). Вес литра пара 6,61 г. Летучесть в зависимости от соответствующей температуры

При 14°	345 мг/м ³
" 18°	422 "
" $20,5^\circ$	.....	541 "
" 22°	719 "
" 39°	2980 "

По В е д д е р у ⁵ летучесть составляет:

При 15°	401 мг/м ³
" 20°	625 "
" 35°	2135 "

В совершенно чистом виде дихлордиэтилсульфид почти не имеет запаха, все же даже и в этом случае 1—2 мг/м³ ощущаются обонянием. Технический, окрашенный в темный цвет продукт обладает более или менее сильным запахом органических соединений серы; запах этот сравнивают с запахом горчицы (откуда название «горчичный газ»), чеснока, гнилой капусты, хрена, редьки и т. д. Постепенно

чувствительность к запаху притупляется. Дихлордиэтилсульфид легко растворим в большинстве органических растворителей и жирных масел; в жидком или твердом парафине или вазелине он мало растворим. Вода омыляет его уже на холоду (в 2 часа — 22%, в 6 час. — 35%, в 24 часа — 60% *); гидролиз наступает быстрее при повышенной температуре. Хлор, хлорная известь, хлорамин переводят его в более хлорированные соединения, частью же окисляют в соответствующий сульфон и сульфоксид.

Возможности отравления. В лаборатории. В мировую войну дихлордиэтилсульфид считался самым сильно действующим из всех боевых отравляющих веществ («желтый крест»; «Lost», «mustard gas» и т. д.). Около 80% всех поражений от отравляющих веществ было причинено дихлордиэтилсульфидом². Он особо опасен потому, что вследствие низкого давления пара и сравнительной стойкости долго сохраняется в зараженной им местности и еще много времени спустя вызывает поражения. См. раздел «Газы на войне».

Общий характер токсического действия. Сильный клеточный яд, особенно для клеток эпителия, капилляров и нервов.

Механизм действия. Точками приложения действия паров дихлордиэтилсульфида являются клетки слизистой оболочки дыхательных путей и глаз, а также кожи. Он вызывает смерть всех клеток (с которыми приходит в соприкосновение — ред.); вместе с тем он является причиной длительного, продолжающегося часто неделями и месяцами, понижения сопротивляемости к любым вредностям (так называемый «патобиоз» Гейбнера).

Теория отравления еще не выяснена. Речь может идти о внутриклеточном разложении либо гидролитическом, с отщеплением соляной кислоты, либо с образованием продуктов окисления или других чуждых клеткам продуктов разложения. В частности образование язв приписывается Алленом¹ реакции липоидного вещества с аминокислотами основных веществ клетки. Третья гипотеза исходит из предположения, что дихлордиэтилсульфид действует целой молекулой как капиллярный яд.

Повреждение капилляров выражается в расширении их и в увеличении проницаемости. Вследствие этого на коже появляются пузыри, на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и крупных бронхов фибриновые выпоты (ложные пленки), в более же глубоких бронхах вскоре появляется гнойный секрет. Действие это распространяется также на конъюнктиву глаз. Наряду с этим вследствие повреждения сосудистых стенок повсюду появляются кровоизлияния. Местные расстройства кровообращения и клеточные повреждения связывают защитные силы организма и благоприятствуют возникновению инфекций.

Яд попадает в кровь через поврежденные им ткани (входные ворота) и оттуда резорбтивным путем вызывает расстройства, в частности со стороны кровообращения, а также пищеварительного тракта и нервной системы. Сама кровь также поражается; в ней происходит преимущественно распад красных кровяных телец. Тяжелые поражения, вызванные дихлордиэтилсульфидом, приводят к общему токсическому распаду веществ, исчезновению жира, дегенерации и атрофии сердца и печени, отложению пигментов распада.

* Приведенные цифры не характерны, так как скорость гидролиза зависит помимо температуры от многих других факторов (концентрации, перемешивания и др.). Ред.

Явления отравления

1. У животных. Отдельные виды животных обнаруживают различную чувствительность к дихлордиэтилсульфиду. Имеются также резкие индивидуальные различия в пределах одного и того же вида.

Кошки. Вдыхание незначительных количеств не всегда оказывает действие, и при этом оно неравномерное. Концентрации до 0,1 мг/л, что соответствует около 15,4 части пара на миллион, переносятся вначале без видимых нарушений. Лишь приблизительно через час становятся заметными первые признаки заболевания. Через 24 часа обыкновенно развивается полная картина болезни: длительное слюнотечение и сильная гнойная секреция из носа, большей частью имеется также кашель; глаза закрыты или слипаются от секрета, роговица в области глазной щели обнаруживает более или менее сильное помутнение. В последующие дни эти симптомы усиливаются. Через 1—10 дней наступает либо смерть, либо все эти процессы постепенно затихают; часто однако остаются стойкие изменения глаз и повышенное предрасположение к определенным заболеваниям. Вскрытие павших животных обнаруживает, наряду с эмфиземой легких, по большей части тяжелое гнойное воспаление дыхательных путей, часто также псевдомембранозные отложения в их верхних частях.

Вдыхание сравнительно очень высоких концентраций — 0,5 мг/л, что соответствует 77 частям пара на 1 миллион, вызывает заметное раздражение; в то же время ясно обнаруживаются явления центральных поражений: психическое и двигательное беспокойство, подергивания, понижение рефлексов, а также и явления паралича. Смерть в этих случаях может при известных условиях наступить уже в течение одного часа, и при этом не только вследствие поражения легких, но и вследствие резорбтивного действия яда.

Собака обнаруживает в общем ту же картину отравления, что и кошка, однако глазные симптомы у нее выражены гораздо резче; кроме того у нее наблюдается более сильный кашель со слизистой, часто кровавистой мокротой и хрипотой.

Очень сходно с собакой реагирует обезьяна. У нее под влиянием яда наблюдается ясно выраженная светобоязнь.

Грызуны менее чувствительны к дихлордиэтилсульфиду; из них наименее чувствителен кролик. Характерно у грызунов выпадение волос, выражающееся у мышей особенно в облысении головы, появляющемся во время выздоровления.

Вдыхание в течение 20—30 мин. концентрации в 50 мг/м³ (0,05 мг/л, что соответствует приблизительно 7,7 части пара на миллион) для упомянутых видов животных в общем уже смертельно; лишь для кроликов смертельная концентрация выше. Однако ввиду своеобразного действия дихлордиэтилсульфида, в высокой степени способствующего медленному развитию вторичных инфекций, следует особенно осторожно относиться ко всяким более точным цифровым данным.

2. У человека симптомы отравления в основном те же, что и у животных. Они в общем и здесь наступают спустя 3—6 час. и выражаются первоначально в общих жалобах: чувстве тяжести в голове, головной боли, давлении под ложечкой, тошноте вплоть до рвоты, слабости. Вслед за этим быстро появляются местные симптомы: зуд и жжение кожи, боль в глазах, органах дыхания, светобоязнь; постепенно появляются также и общие резорбтивные явления.

В самых легких случаях действие ограничивается умеренным зудом, покраснением кожи и соединительной оболочки глаз, сухостью и щекотанием в горле и слегка хриплым голосом с частым покашливанием.

В несколько более тяжелых случаях появляется кроме того пощипывание в носу, зеве и гортани, а также и боль позади грудины; позднее — увеличивающееся набухание и воспаление слизистой оболочки носа с более или менее сильной секрецией, а также затрудненное глотание. Но и в этих кажущихся легкими случаях могут в ближайшие дни появиться более тяжелые явления, в некоторых случаях вторичные инфекционные легочные заболевания со смертельным исходом. Является ли случай действительно легким или же тяжелым, можно обыкновенно решить лишь спустя несколько дней.

В случаях средней тяжести заболевание развивается глубже: слизистые оболочки верхних дыхательных путей сильно воспалены, дыхание затруднено; имеется резкая охриплость вплоть до потери голоса, сильная боль в груди и мучительный сильный кашель, большей частью с незначительной слизисто-гнойной мокротой, кроме того почти всегда умеренная лихорадка, отсутствие аппетита, боль в животе, запор или, особенно вначале, понос.

Глаза болезненно опухают и сильно слезятся; у больного ощущение инородного тела в глазах; появляется конъюнктивит с сильной секрецией, судорожное сжатие век, светобоязнь. Острота зрения значительно понижена.

Кожа на большом протяжении воспалительно гиперемирована; зуд и жжение ощущаются очень болезненно, в дальнейшем дело доходит до слущивания эпителия, иногда даже до образования пузырей. Особенно чувствительны влажные участки кожи: область половых органов и заднего прохода, внутренняя сторона бедер, суставные сгибы, а также кожа в области глаз, носа и рта.

Общее состояние плохое; наблюдается ясно выраженная апатия, часто бессонница. Сознание однако полностью сохранено.

В очень тяжелых случаях все эти симптомы выражены еще интенсивнее, к ним присоединяются еще всякого рода расстройства со стороны нервной системы, а также обширные, глубокие язвенные изменения кожи и слизистых оболочек, особенно дыхательных путей. Прежде всего здесь часто встречаются осложнения в виде бактериальных инфекций, иногда уже через 24 часа, но большей частью лишь спустя несколько дней.

Чем дольше тянется заболевание, тем чаще появление такого рода инфекции: начиная с бронхита до самых тяжелых воспалений легких. Смерть наступает либо в течение одной недели, либо на 3—4-й неделе. При несмертельном исходе для полного восстановления здоровья требуется много недель, даже месяцев и лет.

Расстройства зрения исчезают полностью большей частью через несколько дней, однако явления раздражения со стороны глаз могут держаться еще долго, так же как и кожные поражения. После вдыхания в течение 45 мин. такой незначительной концентрации как 0,0012 мг/л, что соответствует 0,18 части пара на миллион, через 12 час. появились глазные поражения, исчезнувшие полностью лишь через 3 мес.; через 2 дня кожа начала шелушиться, что сопровождалось резким зудом, продолжавшимся в течение года. Участки кожи в окрестности носа, глаз и рта сохраняли в течение многих недель повышенную чувствительность⁴.

Действие различных концентраций дихлордиэтилсульфида на человека

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,0005	0,077	10—25 мин.	может вызвать поражение кожи и глаз ⁴
0,001	0,15	1—2 часа	никаких серьезных поражений
0,0012	0,15	8—10 час.	выводит из строя ⁴
	0,18	45 мин.	через 12 час. поражение глаз, через два дня также и кожи ⁴
0,0025—0,005	0,38—0,77	30—60 мин.	легкое раздражение кожи у чувствительных лиц ⁴
0,0065	1,0	60 мин.	может вызвать серьезные легочные поражения ⁵
0,006—0,02	0,92—3,0	В зависимости от концентр. более или менее продолжительно	действует смертельно ⁵
0,07	11	30 мин.	действует смертельно ⁵
0,1—0,02	15,4—30,8	несколько секунд	длящийся неделями зуд на нежных участках кожи ²

Однако эти данные следует по указанным выше причинам считать лишь приблизительными.

Поражения кожи дихлордиэтилсульфидом несравненно сильнее, когда он действует не в виде паров, а в капельно-жидком состоянии, в случае попадания неразведенной жидкости непосредственно на кожу или при соприкосновении кожи с материалом, зараженным дихлордиэтилсульфидом (одежда, снаряжение, растения, почва и т. п.). Через несколько часов появляется сначала покраснение, сопровождающееся более или менее сильным зудом, затем образуются пузыри. Вследствие вторичной инфекции, часто сюда присоединяется более или менее тяжелый и болезненный воспалительный процесс с нагноением и некрозом кожи, требующий лечения в течение многих недель. Пораженное место после заживления сохраняет более темную пигментацию, чем окружающая кожа.

Терапия. См. раздел «Лечение газоотравленных».

При поражении дыхательных путей. Ингаляция слабых щелочных растворов, в остальном терапия чисто симптоматическая: отхаркивающие (иодистый калий и т. п.), при кашле — кодеин.

При расстройствах кровообращения: камфора и ее заместители, дигиталис, кофеин.

При поражении глаз: промывание раствором борной кислоты и т. п., введение щелочных мазей или чистого белого вазелина, защита от света, при сильных болях — холодные компрессы или новокаин, при головной боли — морфий.

При поражениях кожи. В более легких случаях достаточно смазывания белым вазелином и легкой влажной антисептической повязки. В случае наличия пузырей — стерильно вскрыть их, но пузырей не удалять. Более тяжелые поражения кожи лечатся аналогичным образом, соответственно степени поражения; применение присыпок противопоказано, так как они образуют с раневым секретом корки, под которыми лучше развивается инфекция. Также не рекомендуется применение мазей в самом начале заболевания.

Профилактика. Величайшая осмотрительность в обращении с веществом. Вдыхание даже незначительнейших количеств паров может вызвать поражения. Все пришедшие в соприкосновение с дихлордиэтилсульфидом предметы (стеклянная посуда, инструменты и т. д.) следует опускать в тепловатый, не менее чем 10%-ный, раствор хлорной извести или хлорамина и оставлять в нем по крайней мере на 24 часа. Стеклянную посуду можно также дегазировать в растворе двуххромовокислого калия в серной кислоте или в концентрированной азотной кислоте. Руки после работы с дихлордиэтилсульфидом следует мыть (обтирать — ред.) теплой кашицей из хлорной извести. При работе в резиновых перчатках следует помнить, что резина поглощает дихлордиэтилсульфид. Он может либо непосредственно проникать через перчатки, либо, накапливаясь в них, вызвать впоследствии тяжелые кожные поражения.

Зараженный дихлордиэтилсульфидом материал (бумага, вата и т. п.) необходимо сжигать в печах с хорошей тягой или же посыпать хлорной известью и зарывать.

Индикация и определение. Вполне специфического метода индикации дихлордиэтилсульфида в воздухе не имеется.

При пропускании воздуха через нагретый раствор селенистой кислоты в серной кислоте, благодаря покраснению, обнаруживается 0,005 мг/л дихлордиэтилсульфида⁸. Эта реакция однако неспецифична и вызывается также другими восстанавливающими газами (например окисью углерода, сероводородом, арсинами).

Такова же ценность и следующего метода: пропускание через 0,1 N раствор едкого натра и определение хлора титрованием.

Литература

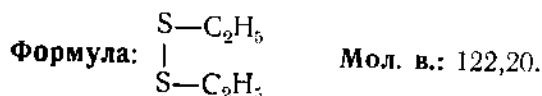
1. Allen, Journ. Amer. Chem. Soc. 47.
 2. Flury u. Wieland, Ztschr. exper. Med. 13, 370 (1921). (Русск. перевод, Флюри и Виланд, Фармакологическое действие дихлордиэтилсульфида, 1931).
 3. Heitzmann, Ztschr. exper. Med. 13, 484 (1921).
 4. Lustig, Rovida, Arch. Pharmacologia experim. 84, 185 (1930).
 5. Reed, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 15, 71 (1920).
 6. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, 1925. (Русск. перевод, Веддер, Медицинские вопросы химической войны, 1932).
 7. v. d. Velden, Ztschr. exper. Med. 14, 1 (1921).
 8. Warthin a. Weller, Medical Aspects of Mustard Gas Poisoning, 1919.
 9. Yablick, Perrot a. Farman, Journ. Amer. med. Assoc. 42, 266 (1920).
- Дальнейшую литературу см. у Hanslian, Der chemische Krieg, 2 Aufl. 1928. (Русск. перевод с 1 изд., Ганслиан и Бергендорф, Химическое нападение и оборона, 1925 г.).

Дополнительная литература

- Leschke, Münch. mediz. Woch. 673 (1932).
- Баевский И, Военно-сан. сборн., вып. 4, Москва 1927.
- Вайль, Патологическая анатомия отравлений боевыми ОВ, Медгиз, 1932.
- Глинчиков, Клиника и терапия поражений боевыми отравляющими веществами, 3-е изд., стр. 89, ГИЗ (1931).
- Иприт (сборник), ГИЗ, 1928, работы Глебовича, Другова, Зарубина, Магницкого, Сереброва, Троицкого.
- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. 1, стр. 215, Госхимтехиздат (1933).
- Лисицын и Звирбул, Военно-мед. журн., 2, 516 (1931).
- Михайловский, там же, 2, 506 (1931).
- Сперанский, Медикосанитарные вопросы противохимической защиты. Сборник № 1, Москва 1932.
- Романовский, Военно-мед. журн., 2, 30 (1931).

- Хилов и Засосов, Военно-мед. журн., 2, 508 (1931).
 Черкес, Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, 5-е изд., Киев (1936).
 Шевелев, Вестник риноларингол. и отиатрий № 5—6, 356 (1929).
 Kirby Jackson, β , β' -Dichlorodiaethylsulfid (Yperit, Mustard Gas), Chemical Reviews 15, 425 (1934).
 Büscher, Grün- und Gelbkreuz, Hamburg (1932).
 Müller, Die chemische Waffe. Berlin (1932).
 Ch. Héderer et Marcelstin, L'arme chimique et ses blessures. Paris (1935).
 Lustig, Effetti dei gas di guerra. Milano (1934).
 Sartori, Chimica della sostanze aggressive, Milano (1934).
 Muntsch, Leitfaden zur Pathologie und Therapie der Kampfgaserkrankungen, 3 Aufl. Leipzig (1935).
 Сахаров, Патология, клиника и терапия поражений боевыми отравляющими веществами. Биомедгиз (1937).
 Сохоственский, Токсикология боевых отравляющих веществ. Гос. изд. колл. и совх. лит. (1933).
 Глебович, А. Н. Григорьев и Ю. В. Другов, Краткий курс военно-химического дела, Медгиз (1933).
 Материалы по клинике боевых отравляющих веществ. Труды Мед. департ. США, изд. «На варті» (1933).
 Lindemann, Yperit (1929) (монография на польск. яз.).
 Линдеман, Токсикология химических боевых веществ, Москва (1928).

Диэтилдисульфид



Получение. Перегонкой этилсерновинного калия и дисульфида калия.

Свойства. Маслянистая жидкость с запахом чеснока; темп. кип. 153,6°; уд. в. при 20° 0,993; вес литра пара 5,09 г.

Возможности отравления. В лаборатории.

Явления отравления

1. У животных. Собаки, кошки, кролики, морские свинки переносят концентрации в 0,1 мг/л, или приблизительно 20 частей пара на миллион, в течение 30 мин. без всяких заметных последствий (собственные неопубликованные наблюдения).
2. У человека. Вдыхание незначительных количеств вызывает головные боли.

Литература

Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 443, 1928.

Сложные эфиры

Сложные эфиры представляют аналогичные солям соединения спиртов с неорганическими и органическими кислотами. Они большей частью более летучи, чем образующие их компоненты, т. е. соответствующие спирты и кислоты.

Летучесть сложных эфиров падает с увеличением молекулярного веса, в равной мере в общем падает также и опасность со стороны их паров.

Механизм действия сложных эфиров полностью еще не выяснен. Во всяком случае они в большей или меньшей степени действуют всей молекулой; при этом определяющее значение имеют физические

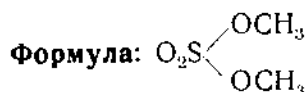
свойства: кроме летучести, растворимость в воде, липоидах и степень разложения водой (гидролиз).

Повидимому для силы действия эфиров имеют важное значение свойства образующей эфир кислоты.

Особенно высокой токсичностью отличаются низшие жирные эфиры серной кислоты, а также однозамещенные галоидные производные метана, которые можно считать сложными эфирами метилового спирта и галоидоводородных кислот (см. раздел «Галоидозамещенные углеводороды жирного ряда»). Эфиры муравьиной кислоты токсичнее, чем эфиры высших жирных кислот. Введение галоидов в кислотный остаток жирных эфиров в общем повышает их раздражающее действие. Особое место при этом занимают некоторые галоидозамещенные низшие эфиры муравьиной кислоты: вследствие их способности отщеплять фосген и т. п., они весьма ядовиты.

Отщепляющиеся при гидролизе эфиров спирты имеют менее важное значение для токсичности сложных эфиров, чем образующиеся при этом кислоты; концентрация спиртов слишком слаба, чтобы вызвать заметное наркотическое действие. Там, где такое действие при вдыхании паров эфиров обнаруживается, оно повидимому возникает лишь под влиянием неразложившейся молекулы эфира. Особое место занимают метиловые эфиры, которые в общем оказывают более сильное токсическое действие, чем соответствующие гомологи. Механизм их действия еще не выяснен; повидимому здесь играет роль образование формальдегида.

Диметилсульфат



Мол. в.: 126,11

Получение. Обработкой метилового спирта хлорсульфоновой кислотой или серным ангидридом и последующей перегонкой в вакууме.

Свойства. Маслянистая, бесцветная жидкость; запах слабый и не неприятный; темп. кип. 188° ; уд. в при 18° 1,327. Вес литра пара 5,25 г. Нерастворим в воде и жирных маслах. Летучесть при 20° $2,5 \text{ см}^3/\text{м}^3$, или около $3,3 \text{ мг/л}$. При 50° диметилсульфат начинает образовывать туман из неразложившегося вещества; этот туман становится очень густым при температуре водяной бани. Теплой водой вещество быстро гидролизруется, растворы щелочей или аммиака действуют на него моментально.

Возможности отравления. При применении в химической промышленности для метилирования; далее при применении в качестве реактива, например при испытании горючего для автотранспорта.

Обнаружение дегтярных масел в минеральных маслах, в особенности бензола в бензине: бензол в диметилсульфате растворяется, бензин же нет. Особым источником опасности является здесь присутствие спирта в бензиновой смеси, так как диметилсульфат при нагревании реагирует со спиртом и может при этом легко улетучиваться.

В мировую войну он применялся французами в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. Сильное прижигающее вещество для слизистых, особенно для органов дыхания; в то же время — действующий центрально нервный яд. Резорбируется также через кожу.

Механизм действия. Диметилсульфат первоначально поступает в организм в виде неразложившейся молекулы; постепенно в тканях, или на их поверхности происходит гидролитическое расщепление его на серную кислоту и метиловый спирт; возможно, оно идет и дальше до образования формальдегида; при этом получается типичное раздражение глаз и всех дыхательных путей, с ожогом слизистой оболочки до самых глубоких разветвлений бронхов. Резорбтивное действие проявляется лишь при введении значительных количеств ядовитого вещества; при этом вследствие центрального действия яда отмечаются судороги, падение кровяного давления, параличи и кома. При введении малых количеств вряд ли резорбция играет роль, так как попадающее в кровяное русло незначительное количество яда быстро разрушается и не оказывает действия². Возможно при действии диметилсульфата следует также учитывать влияние его на ферменты организма; по Вахтелю² он оказывает в пробирке тормозящее действие на каталазу при разведении до 1:50 000.

Явления отравления

1. У животных. *Кошки.* Во время дыхательной затравки наблюдается лишь незначительное слезо- и слюноотечение, а также покраснение видимых слизистых оболочек. После скрытого периода, продолжающегося от одного до нескольких часов, развивается очень сильное, большей частью гнойное воспаление пораженной слизистой оболочки; веки полузакрываются и из глаз, так же как и из носа, выделяется гнойный секрет. Вскоре обнаруживаются затруднение дыхания, хрипы в бронхах и кашель. Животные становятся беспокойными, нарастающее затруднение дыхания вызывает состояние страха. При более сильных концентрациях возбуждение быстро переходит в сонливость и наконец в коматозное состояние. Смерть наступает через много дней.

Данные вскрытия. Слизистая оболочка трахеи и бронхов при сильных концентрациях окрашена в коричневатый цвет, обожжена и почти полностью разрушена. Перед смертью часто наблюдается отхождение клочков слизистой с кашлем. Легкие обнаруживают глубокое поражение: гиперемию, экхимозы, вздутие, отек, кровянистые инфильтраты и т. д. Кроме того часто сюда присоединяются пневмонические очаги.

Действие различных концентраций диметилсульфата на кошек при 11-минутной экспозиции:
концентрация 0,1 мг/л, что соответствует около 19,5 части пара на миллион, токсична; иногда ведет к смерти через 1½ недели;
концентрация 0,4 мг/л, что соответствует около 78 частей пара на миллион, ведет к смерти через 1½ недели;
концентрация 0,9 мг/л, что соответствует около 175 частей пара на миллион, ведет к смерти через несколько дней.

Нанесение диметилсульфата на кожу вызывает не только явления местного ожога, но при известных условиях и общее отравление, которое через несколько дней приводит к смерти.

Аналогично протекает отравление и у других видов животных. Как и у фосгена, действие его в точности пропорционально ct , т. е. произведению концентрации введенных дыханием паров c и экспозиции t ^{*}.

* См. прим. ред. на стр. 127 и 295.

Морские свинки. Вдыхание концентрации в 16 г на 1,5 м³, или 10,7 мг/л, что соответствует приблизительно 2000 частям пара на миллион, смертельно⁴.

Обезьяны:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,066	12,8	20 мин.	через 6 час. тяжелое заболевание; выздоровление лишь через 4 недели
0,132	25,5	40 мин.	смерть через 3 дня

2. У человека. При легких отравлениях вследствие вдыхания незначительных количеств вещества отмечается более или менее сильное воспаление соединительной оболочки глаз с незначительным образованием корок, светобоязнью и легким отеком края век. Зев и гортань большей частью слегка опухают и краснеют; более сильно поражается слизистая оболочка носа. Сухой, мучительный кашель, мокрота, колющие боли в гортани. Дня через два эти явления затихают, дольше всего держится светобоязнь, незначительная хрипота и сухость в горле.

Отравления средней тяжести. Более сильный ожог слизистых оболочек, нежные беловатые налеты на соединительной оболочке глаз, значительная набухлость и покраснение всего носоглоточного пространства и голосовых связок. Поражена также и выделяет пенистый беловатый секрет слизистая оболочка дыхательного горла. При правильном лечении, особенно при облегчении откашливания, все симптомы постепенно исчезают; в некоторых случаях может развиться воспаление легких.

Тяжелые отравления. Обширные ожоги слизистых оболочек, особенно слизистой оболочки бронхов, и тяжелые явления в легких: уже через 6—8 час. сильнейшая одышка с общим беспокойством и наступающим вскоре воспалением легких; лихорадка с температурой до 39°, по большей части уже через 10 час.; смерть на 3- или 4-е сутки. Наблюдались также распад крови, желтуха и воспаление почек.

Последствием ожога зева и слизистой бронхов бывает иногда хронический бронхит; может также появиться сухой катарр дыхательного горла с хронической хрипотой. Воспалительные явления на глазах, а также светобоязнь держатся большей частью еще в течение нескольких недель.

Прогноз всегда необходимо ставить осторожно. В легких случаях однако прогноз вполне благоприятный. В случаях средней тяжести угрожает, как было упомянуто, опасность воспаления легких. В тяжелых случаях, если уже через несколько часов имеются лихорадка и воспаление легких, — прогноз весьма плохой.

Терапия. Та же, что и при отравлениях другими раздражающими. См. раздел «Лечение газотравленных».

В легких случаях рекомендуется: ингаляция распыленных растворов соды, холод на грудь и шею. Частое промывание глаз ½—1%-ным раствором соды; против болей — новокаин. При более тяжелых ожогах или поражениях глаз введение 1 капли 1%-ного раствора риваноля 1—2 раза в день. Против набухания слизистой оболочки гор-

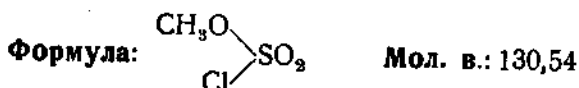
тани и бронхов через каждые полчаса распыление адреналинового раствора в течение нескольких минут. В тяжелых случаях длительная ингаляция раствора соды с добавлением ментола. Сердечные средства; морфий противопоказан¹.

Определение. Пропускание через щелочной раствор и последующее осаждение серноокислым барием.

Литература

1. Strothmann, Klin. Wschr. 8, 493 (1929).
2. Wachtel, Ztschr. f. exper. Pathol. u. Ther. 21, 1 (1920).
3. Weber, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 47, 113 (1901).
4. Zeehuysen, Arch. néerl. Physiol. 7, 146 (1922), по Ztschr. ges. Physiol. 18, 157.

Метиловый эфир хлорсульфоновой кислоты (метилхлорсульфат)



Получение. Действием пятихлористого фосфора на щелочную соль метилсерной кислоты.

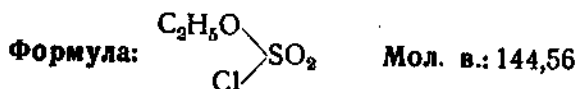
Свойства. Маслянистая жидкость; темп. кип. 134—135°; уд. в. при 15° 1,492; вес литра пара 5,43 г.

Возможности отравления. Во время мировой войны применялся некоторое время германцами в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. Раздражающее вещество. Действие его, по крайней мере отчасти, вызывается отщепляющимся благодаря атмосферной влаге хлористым водородом или хлорсульфоновой кислотой.

Явления отравления. Вызывает режущую боль в глазах, носу, а также раздражение легких; уже концентрация в 30—40 мм³/м³ жидкости, или 0,045—0,06 мг/л, что соответствует приблизительно 6—8 частям пара на миллион, переносится не более одной минуты.

Этиловый эфир хлорсульфоновой кислоты (этилхлорсульфат)



Получение. Соединением этилена и хлорсульфоновой кислоты. Последняя получается пропусканием хлористого водорода через дымящую серную кислоту с приблизительно 50%-ным содержанием серного ангидрида.

Свойства. Бесцветная маслянистая жидкость, темп. кип. 153°, уд. в. 1,38. Вес литра пара 6,01 г. Мало летуч. Атмосферная влага гидролизует его, причем образуются хлористый водород и этиловый эфир серной кислоты или серная кислота, ввиду чего он слегка дымит на воздухе.

Возможности отравления. Во время мировой войны применялся некоторое время французами в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. Тот же, что и этилового эфира. Раздражающее вещество с преимущественным действием на верхние дыхательные пути.

Явления отравления

1. У животных. *Мыши*. Концентрация 1,4 мг/л, что соответствует приблизительно 260 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 15 мин. смертельна. Концентрация 0,7 мг/л, что соответствует приблизительно 130 частям пара на миллион, переносима.

Кошки. Концентрация 0,07 мг/л, что соответствует приблизительно 13 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 20 мин. смертельна.

2. У человека при непродолжительном действии наблюдались раздражение глаз, зева и кашель. 0,05 мг/л, что соответствует приблизительно 9,3 частям пара на миллион, уже при вдыхании примерно в течение одной минуты могут оказаться непереносимыми.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med., 13, 567 (1921).
2. Meyer, Gaskampf, S. 44 (1925) (рус. перевод, ГИЗ, 1927).

Этилнитрит

Формула: $C_2H_5 \cdot O \cdot NO$. Мол. в.: 75,05

Получение. Действием серной кислоты и азотистокислого калия на спирт.

Свойства. Жидкость, легко подвижная, желтоватая; темп. кип. 17°; уд. в. при 15,5° 0,900. Вес литра пара 3,12 г. Запах яблок. При стоянии с водой постепенно разлагается с образованием окислов азота; при этом в известных условиях может получиться взрыв.

Возможности отравления. В химических лабораториях; имеется также в парах при получении гремучей ртути.

Общий характер токсического действия. Характерное действие азотистокислых соединений; при вдыхании кровеносные сосуды временно расширяются и кровяное давление падает. При более длительном вдыхании появляются также симптомы центрального раздражения.

Более сильное или продолжительное действие вызывает образование метгемоглобина.

Явления отравления

1. У животных. *Мыши и кошки* переносят в течение 15 мин. концентрации в 0,2 мг/л, что соответствует 65 частям пара на миллион, без видимых последствий. (Собственные неопубликованные наблюдения).

2. У человека. Головная боль, учащение пульса, цианоз, прекращение рефлексов, коллапс.

Случаи отравления. Вдыхание паров «этилнитрита» (очевидно известного под названием «Spiritus aetheris nitrosi» — 25%-ного спиртового раствора вещества) вследствие падения бутылки (4 л) вызвало смерть².

Литература

1. Dunstan и сотр., Pharmac. Journ. Transact. 19, 485 (1889).
2. Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 443, 1928.

Амилнитрит

Формула: $C_5H_{11}O \cdot NO$. Мол. в. 117,09.

Имеющийся в продаже препарат представляет смесь изоамилни-

трита $\begin{array}{c} CH_3 \\ \diagup \\ CH \\ \diagdown \\ CH_3 \end{array} \cdot CH_2CH_2O \cdot NO$ и небольшого количества метил-

этилэтилнитрита $\begin{array}{c} CH_3 \\ \diagup \\ CH \\ \diagdown \\ C_2H_5 \end{array} \cdot CH_2O \cdot NO$.

Получение. Действием азотистокислого натрия и соляной кислоты на изоамиловый спирт при охлаждении.

Свойства. Желтоватая жидкость; запах, напоминающий фрукты; реакция нейтральная или слабо кислая; горюч; темп. кип. 92—93°; уд. в. при 15° 0,880. Вес литра пара 4,87 г.

Возможности отравления. При получении; однако, чаще всего наблюдаются медицинские отравления.

Общий характер токсического действия. Расширение сосудов и падение кровяного давления появляются уже при действии очень незначительных количеств. При дальнейшем вдыхании появляются также симптомы раздражения центральной нервной системы. Лишь при более сильном, либо более длительном действии наблюдается образование метгемоглобина.

Явления отравления

1. У животных. При вдыхании более значительных количеств метгемоглобинемия, поражения печени и почек. Смерть вследствие паралича дыхательного и сосудистого центров; сосуды и бронхи расширены.

2. У человека. При вдыхании 3—5 капель уже через несколько секунд появляется покраснение лица, сильная пульсация шейных артерий, ощущение жара в голове. Распространение покраснения по всей верхней части тела, в некоторых случаях по всему туловищу в виде мраморности. Острое отравление от вдыхания малых доз очень быстро проходит. При вдыхании 1 г кровяное давление падает весьма заметно; максимум действия достигается через 3 мин., через 7 мин. кровяное давление опять нормально.

При вдыхании более значительных количеств: головокружение, спутанность, неуверенность в движениях и слабость, расстройство органов чувств, а именно слуха и зрения, дрожание, расширение зрачков, сильное падение кровяного давления, сердцебиение, затрудненное, стесненное дыхание, тошнота, глюкозурия, кожа становится холодной, пульс очень мягкий, чувство потери сознания, диспноэ, коллапс. Смерть наступает вследствие паралича дыхательного и вазомоторного центров.

Индивидуальная чувствительность к яду бывает различной.

В отдельных случаях описано понижение чувствительности, которое однако исчезает вновь через некоторое время.

Часть введенного вдыханием амилнитрита выделяется вновь легкими. Следы его встречаются в моче, большая часть однако окисляется вероятно в азотнокислые соединения.

Определение. Уголь адсорбирует его в неразложившем виде.

Литература

Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 396, 1928.

Нитроглицерин

Формула: $C_3H_5(ONO_2)_3$. **Мол. в.:** 227,06

Получение. Действием смеси азотной и серной кислоты на максимально обезвоженный глицерин при охлаждении.

Свойства. Бесцветная, не имеющая запаха, маслянистая жидкость, на вкус сладкая; мало растворимая в воде; уд. в. при 15° 1,60; темп. кип. около 220° ; темп. пл. одной модификации $2,9^\circ$, другой $13,2^\circ$. Довольно значительное испарение уже при обычной температуре, небольшие количества испаряются в течение часа до 25% первоначального объема. Вес литра пара 9,44 г.

Возможности отравления. При транспортировке, при смешивании с целью получения динамита, взрывчатой желатины и т. п., при наполнении патронов, в фармацевтической промышленности. Об отравлениях при сжигании («вываривании») и при взрывах нитроглицерина и динамита см. раздел «Взрывные газы».

Общий характер токсического действия. В основном действие нитритов, так как в организме он частично восстанавливается в нитрит, расширяет сосуды и вызывает падение кровяного давления. В более значительных количествах оказывает также действие на центральную нервную систему и вызывает образование метгемоглобина.

Явления отравления

а) Острое отравление. Самые незначительные количества уже вызывают ощущение першения в горле, затем появляется головокружение, спутанность. Действует сильнее, чем амилнитрит.

Более значительные дозы вызывают раздражение и боли в горле, продолжающиеся днями и неделями головные боли, сначала в области лба, а затем в затылке, чувство тяжести во всем теле и слабости, холодный пот, чувство холода, светобоязнь. Дыхание первоначально ускорено. Кроме того наблюдается беспокойство, упадок настроения, тошнота, бессоница, колики, понос и рвота, головокружение и обмороки, явления паралича, замедление сердцебиения и дыхания, одышка, цианоз, кома. Смертельные отравления от вдыхания неизвестны; для этого было бы необходимо вдыхание многих граммов.

В качестве последующих заболеваний наблюдались желудочно-кишечные расстройства и общая слабость. Бывает, как и после амилнитрита, глюкозурия.

Вопрос о длительном действии совершенно не выяснен. При одновременном употреблении спиртными напитками отмечено сильное возбуждение, граничащее с маниакальным состоянием¹. Ср. раздел «Цианамид».

Кровяное давление у рабочих, исследованных во время работы на производстве, оказывалось всегда пониженным, в остальных случаях нормальным. Употребление алкоголя в нерабочее время повышает кровяное давление; во время работы в таких случаях оно лишь чуть-чуть понижено².

Понижение индивидуальной чувствительности возможно. Наступающие в начале работы с нитроглицерином (вскоре после прихода в рабочее помещение) головные боли иногда через несколько дней больше не появляются. Однако после длительного перерыва в работе головные боли с возобновлением работы вновь появляются.

б) Хроническое отравление при продолжительном вдыхании возможно и характеризуется главным образом слабостью и апатией.

Терапия. Симптоматическая: стимулирующие, в некоторых случаях искусственное дыхание, кровопускание. См. раздел «Лечение газотравленных».

Литература

1. Ebricht, Journ. Amer. med. Assoc. 62, 1914.
2. Heitz, Arch. Mal. Coeur 17, 578 (1924).
3. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 238, 1919. (Русск. перевод — Леман, Кратк. учебн. рабоч. и проф. гиг. 244, ГИЗ, 1923).
4. Leumann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich, S. 271, 1927.

Дополнительная литература

Fischer, Nitroglycérine, Hygiène du travail, № 253, Genève (1931).
 Кобер и Гансон, Профессиональные отравления, Вопросы труда, 1925.
 Паскаль, Взрывчатые вещества, пороха, боевые газы, стр. 61, 1932.
 Кравков, Основы фармакологии, ч. I, 183, ГИЗ, 1927.

Этилнитрат (азотноэтиловый эфир)

Формула: $C_2H_5O \cdot NO_2$. Мол. в.: 91,05.

Получение. Из азотной кислоты и спирта в присутствии мочевины.

Свойства. Бесцветная жидкость приятного запаха. Темп. кип. $87,5^\circ$; уд. в. при 15° 1,116. Вес литра пара 3,79 г. Опасность взрыва при быстром и сильном нагревании.

Возможности отравления. В лаборатории.

Общий характер токсического действия. Наркотический, без более тяжелых последствий.

Явления отравления. Головная боль, оглушение, рвота, окоченение мышц.

Литература

Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 444, 1928.

Сложные эфиры муравьиной кислоты

Все летучие эфиры муравьиной кислоты парализуют при вдыхании центральную нервную систему; в то же время они раздражают слизистые оболочки. Они значительно токсичнее соответствующих эфиров уксусной кислоты или вообще всех эфиров уксусной кислоты. Раздражение и токсическое действие их усиливается в общем с увеличением молекулярного веса. Таким образом эфиры муравьиной кислоты отнюдь не являются безвредными веществами. Так как муравьиная кислота может реагировать не только в виде кислоты, но так же как альдегид, то не исключена возможность внутриклеточного отщепления альдегида.

Метилловый эфир муравьиной кислоты (метилформиат)

Формула: $H \cdot COOCH_3$. Мол. в.: 60,03.

Получение. Этерификацией компонентов.

Свойства. Жидкость едкого запаха. Темп. кип. химически чистого соединения 32° ; уд. в. при 20° 0,975; продукт, содержащий 90—95% чистого вещества: темп. кип. $25—40^\circ$, уд. в. 0,998. Точка воспламенения ниже 18° . Вес литра пара 2,497 г.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя.

Общий характер токсического действия. Вдыхание паров оказывает наркотическое действие и вместе с тем раздражает слизистые.

Явления отравления

1. У животных. В опытах Вебера на кроликах (концентрация паров не определялась) наркоз наступал быстро, однако ввиду быстрого выделения эфира он скоро проходил. Непосредственно следовавшее затем возобновление вдыхания паров вызывало однако глубокий наркоз, одышку, судороги и наконец смерть в состоянии комы.

Собственные неопубликованные наблюдения дали следующие результаты:

Опыты при статической заправке (90—95%-ный препарат):

Начальная концентрация		Экспозиция	Вид животных		
мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (см ³ , м ³)		мыши	кошки	собаки
25	10 000	20 мин. до 25 час. *	одно лишь раздражение глаз —	раздражение глаз и носа, слюнотечение через 1½ часа атаксия, через 1¾ часа боковое положение, смерть, через 2—3 часа от начала вдыхания. Вскрытие: отек легких	раздражающее действие; через 1½ часа поверхностное дыхание; оправившись

Опыты при динамической заправке (90—95%-ный препарат): вдыхание концентрации в 14,5 мг/л, соответствующей приблизительно 5700 частям пара на миллион, в течение 1 часа вызвало у кошки: раздражение, через 50 мин. поверхностное дыхание и боковое положение. Одно животное выздоровело, другое пало через 24 часа. Вскрытие: воспаление легких.

2. У человека. Сообщений об отравлениях не имеется.

Литература

Weber, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac. 47, 113 (1903).

Этиловый эфир муравьиной кислоты (этилформат)

Формула: $\text{H} \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$. Мол. в.: 74,05.

Получение. Этерификацией компонентов

Свойства. Легко улетучивающаяся жидкость с характерным запахом; темп. кип. 54,2°; уд. в. при 15° 0,929. Растворим в 9 частях воды.

* Для столь длительных экспозиций метод статической заправки, примененный авторами, является непригодным. Ред.

Вес литра пара 3,08 г. Технические препараты содержат 83—85% этилформиата; их темп. кип. 53—76°; уд. в. при 20° 0,898; точка воспламенения ниже 0°.

Возможности отравления. Такие же, как и у метилформиата.

Явления отравления

1. У животных. *Кролики.* Явления такие же, как и при метилформиате, однако судороги и смерть наступают несколько позже. (Вебер).

Собственные неопубликованные наблюдения дали следующие результаты:

Опыты со статической затравкой (83—85%-ный препарат)

Начальная концентрация		Экспозиция	Вид животных		
мг/л (приблизит.)	частей пара на миллион (см ³ /м ³)		мыши	кошки	собаки
16,0	5 000	20 мин.	раздражение глаз, затрудненное дыхание как выше	раздражение глаз, слюнотечение	—
32,0	10 000	20 .	—	незначительное раздражение	—
32,0	10 000	80 .	—	незначительное раздражение. Через 75 мин. боковое положение, глубокий наркоз. Смерть через 90 мин. от начала вдыхания	—
32,0	10 000	3 часа	—	—	слабое раздражение, многократная рвота, выздоровление
32,0	10 000	4 .	—	—	начальные явления как выше; смерть. Вскрытие: отек легких

Опыты с динамической затравкой (83—85%-ный препарат):

Кошка. Концентрация приблизительно в 44 мг/л, соответствующая 14 000 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 17 мин. вызвала первоначально сильнейшее раздражение, затем сильную одышку, а в дальнейшем опьянение; однако животное пришло вновь в себя. Опыт с 22-минутной экспозицией при той же концентрации дал смертельный исход в последующем периоде (отек легких).

2. У человека. Концентрация около 1 мг/л, соответствующая приблизительно 330 частям пара на миллион, вызвала слабое раздражение глаз, быстро усилившееся раздражение слизистой носа, державшееся в значительной степени еще через 4 часа.

О более тяжелых отравлениях сообщений не имеется.

Литература

Weber, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac., 47, 113 (1903).

Бутиловый эфир муравьиной кислоты (n-бутилформиат)**Формула:** $\text{H} \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$. **Мол. в.:** 102,08.**Получение.** Этерификацией компонентов.**Свойства.** Жидкость, темп. кип. 107° ; уд. в. при 0° 0,9108. Точка воспламенения $15-20^\circ$; вес литра пара 4,246 г.**Общий характер токсического действия.** Вдыхание паров оказывает сильное наркотическое и в то же время раздражающее действие.**Явления отравления** (по собственным неопубликованным наблюдениям *)**1. У животных:**

Начальная концентрация		Экспозиция	Вид животных	
мг/л (приблизительно)	частей пара на миллион (см ³ м ³)		кошки	собаки
43,5	10 000	20 мин.	длительное раздражение, слюнотечение, вялость, сонливое состояние сначала раздражение, затем поразительно спокойное состояние. Через 15 мин. боковое положение. Выздоровление то же самое. Через 60 мин. глубокий наркоз. Через 70 мин. от начала опыта смерть. Вскрытие: кровоизлияние в легких	слабое раздражение. Через 40 мин. боковое положение. Выздоровление
43,5	10 000	45 "		
43,5	10 000	60 "		

Опыты при динамической заправке (95—98%-ный препарат). Вдыхание в течение часа концентрации в 17 мг/л, что соответствует приблизительно 4000 частям пара на миллион, вызвало у кошек лишь слюнотечение и длительное раздражение глаз, а спустя час легкую атаксию.

2. У человека. Концентрация 1%, или 10 000 частей пара на миллион, соответствующая приблизительно 43,5 мг/л, вызвала сильное раздражение глаз, сделавшее невозможным зрение; после нескольких вдохов раздражение стало непереносимым.

О более тяжелых отравлениях до сих пор сообщений не имеется.

Изоамиловый эфир муравьиной кислоты (i-амилформиат)

Формула: $\text{H} \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ **Мол. в.:** 116,09.

Получение. Этерификацией компонентов.**Свойства.** Жидкость, темп. кип. $123,5^\circ$; уд. в. при 20° 0,870. Вес литра пара 4,83 г.**Общий характер токсического действия** такой же, как у амилового эфира уксусной кислоты.

* Опыты поставлены при статической заправке. Ред.

Амилформиат почти в два раза более летуч, чем амиловый эфир уксусной кислоты (амилацетат), наркотическое же действие проявляется уже при концентрации в 3 раза более слабой.

О промышленных отравлениях пока ничего не известно.

Литература

Lehmann, Arch. f. Hyg., 78, 273 (1913).

Циклогексаноформиат и метилциклогексаноформиат

а) Циклогексаноформиат

Формула: $\text{H} \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_6\text{H}_{11}$. **Мол. в.:** 128,09.

Получение. Этерификацией компонентов.

Свойства. Жидкость; темп. кип. $162,5^\circ$; уд. в. при 20° 1,010.

Точка воспламенения $51,0^\circ$. Вес литра пара 5,33 г.

б) Метилциклогексаноформиат

Формула: $\text{H} \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_6\text{H}_{10} \cdot \text{CH}_3$. **Мол. в.:** 142,11.

Получение. Образованием эфира из компонентов.

Свойства. Жидкость с темп. кип. $176-180^\circ$; уд. в. при 20° 0,957.

Точка воспламенения 64° . Вес литра пара 5,91 г.

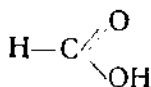
Общий характер токсического действия. Сходный с амилацетатом. Циклогексаноформиат почти в 2 раза, а метилциклогексаноформиат примерно в $1\frac{1}{2}$ раза более летуч, чем амилацетат. По токсичности оба вещества мало отличаются от амилацетата.

Литература

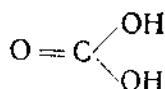
Lehmann, Arch. f. Hyg., 78, 273 (1913).

Эфиры хлормуравьиной кислоты

Хлорированные эфиры муравьиной кислоты называют иногда также хлоругольными эфирами и в этом случае их выводят не из муравьиной кислоты



а из угольной кислоты



Однако с точки зрения их образования и действия следует предпочесть обозначение «хлормуравьиные эфиры».

Хлормуравьиные эфиры представляют собой вещества сильно раздражающие все слизистые, в особенности же более глубоких частей дыхательных органов. Их токсическое действие нарастает с введением в молекулу атомов хлора, сначала более сильно, а затем слабее; в то же время раздражающее действие соответственно уменьшается. При одинаковом числе хлорных атомов в молекуле производные хлормуравьиной кислоты токсичнее, чем производные муравьиной кислоты, так например $\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2\text{Cl}$ токсичнее, чем $\text{H} \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{CHCl}_2$.

Хлорированные эфиры муравьиной кислоты применялись во время мировой войны в качестве боевых отравляющих веществ. См. раздел «Газы на войне».

Литература

1. Hanslian, Der chemische Krieg. 2. Aufl. 1927 (там же литература).
2. Mayer, André et Mantefol, C. r. d. l'Acad. des sciences 172, 136 (1921), по Ber. Physiol. 7, 381.
3. Meyer, Gaskampf. S. 338, 1925 (рус. перевод. ГИЗ, 1927).
4. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. S. 70, 1925 (рус. перевод, изд. „На войне“, 1932).

Метиловый эфир хлормуравьиной кислоты (метиловый эфир хлоругольной кислоты, метилхлорформиат)

Формула: $\text{Cl} \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_3$. Мол. в.: 94,48.

Получение. Действием фосгена на метиловый спирт при охлаждении или хлорированием метилового эфира муравьиной кислоты на свету (получается наряду с хлорметиловым эфиром муравьиной кислоты).

Свойства. Жидкость с острым запахом. Темп. кип. $71,4^\circ$; уд. в. при 15° 1,236. Вес литра пара 3,93 г.

Возможности отравления. При применении в промышленности. Применялся также в качестве «предостерегающего вещества» при борьбе с вредителями с помощью синильной кислоты (циклон А) (см. раздел «Борьба с вредителями»).

Общий характер токсического действия. Сильно раздражающее глаза и дыхательные органы вещество.

Явления отравления. Уже в незначительных количествах вызывает сильное раздражение глаз, носа и гортани. Сообщений об отравлениях не имеется.

Аналогично действует этиловый эфир хлормуравьиной кислоты (этилхлорформиат), темп. кип. $94-95^\circ$; мол. в. 108,5; уд. в. при 15° 1,14. Вес литра пара 4,51 г.

Монохлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты (хлорметиловый эфир хлоругольной кислоты, хлорметилхлорформиат)

Формула: $\text{Cl} \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{Cl}$. Мол. в.: 128,93.

Получение. Осторожным хлорированием метилового эфира муравьиной кислоты или метилового эфира хлормуравьиной кислоты и последующей фракционной перегонкой.

Свойства. Прозрачная как вода жидкость. Удушливый запах. Темп. кип. 108° ; уд. в. при 20° 1,516. Вес литра пара 5,36 г. Вода разлагает его сразу на хлористый водород, уголекислоту и формальдегид.

Возможности отравления. Главная составная часть в применявшемся одно время преимущественно германцами «K-Stoff» (для снарядов) или «C-Stoff» (для мин) (в смеси с дихлорметиловым эфиром хлормуравьиной кислоты). Во Франции применялся под названием «палит».

Общий характер токсического действия. Как раздражающее слабее, чем метиловый эфир хлормуравьиной кислоты, но токсичнее.

Явления отравления. Концентрация в 0,05 мг/л, соответствующая приблизительно 10 частям пара на миллион, в несколько секунд выводит из строя. Концентрация в 10 раз более сильная при вдыхании в течение 1—2 мин. вызывает серьезные болезненные расстройства (Веддер).

Дихлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты (дихлорметиловый эфир хлоругольной кислоты, дихлорметилхлорформат)

Формула: $\text{Cl} \cdot \text{COO} \cdot \text{CHCl}_2$. Мол. в.: 163,39.

Получение. Дальнейшим хлорированием метилового эфира хлормуравьиной кислоты или хлорметилового эфира ее.

Свойства. Бесцветная жидкость. Удушающий запах; темп. кип. 116° ; уд. в. при 14° 1,558. Вес литра пара 6,79 г. С водой немедленно разлагается на окись углерода, угольную кислоту и хлористый водород.

Возможности отравления. Составная часть германского «K-Stoff» или «C-Stoff» (см. раздел «Газы на войне»).

Общий характер токсического действия. Раздражает меньше, но токсичнее, чем монохлорметиловый эфир.

Добавление. «K-Stoff»: смесь примерно 91,4 частей моно- и 8,6 частей дихлорметилового эфира. Темп. кип. $104-109^\circ$; уд. в. 1,53. Летучесть при 13° около 46 мг/л.

Сильно раздражает глаза, нос и носоглотку; уже концентрация жидкости приблизительно в $75 \text{ мм}^3/\text{м}^3$, или 0,05 мг/л, что соответствует приблизительно 7,5 частям пара на миллион, при вдыхании в течение одной минуты может быть непереносимой. Токсическое действие сходно с действием фосгена, но слабее.

Трихлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты (дифосген)

Формула: $\text{Cl} \cdot \text{COO} \cdot \text{CCl}_3$. Мол. в.: 197,84.

Получение. Полным хлорированием метилового эфира муравьиной или хлормуравьиной кислот.

Свойства. Бесцветная маслянистая жидкость своеобразного запаха. Темп. кип. 127° ; уд. в. при 14° 1,653. Вес литра пара 8,23 г. Летучесть при 20° около 26 мг/л. Разлагается немедленно с двумя частями воды на угольную кислоту и хлористый водород, аналогично фосгену. При повышенной температуре, а при действии соответствующих катализаторов и на холоду, дифосген разлагается на 2 молекулы фосгена.

Возможности отравления. Применялся во время мировой войны в качестве боевого отравляющего вещества немцами под названием «Perstoff», французами как «surpalite», англичанами как дифосген, американцами как суперпалит.

Общий характер токсического действия. Раздражающее действие, менее значительное, чем у моно- и дихлорметилового эфира, токсическое действие гораздо сильнее; качественно равно по действию фосгену, но слабее (немного — ред.). Действие основано вероятно на том, что сложный эфир разлагается в живом организме более или менее полностью на две молекулы фосгена.

Явления отравления. Как и фосген, он вызывает отек легких, однако действие его в этом отношении несколько слабее. Зато раздражающее действие сильнее, чем у фосгена. Концентрация в 0,04 мг/л, соответствующая 5 частям пара на миллион, в течение нескольких секунд выводит из строя. 1—2-минутное вдыхание концентрации в 4 раза более сильной (0,16 мг/л, соответственно 20 частей пара на миллион) вызывает тяжелое поражение. Концентрация 0,25 мг/л, соответствующая приблизительно 30 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 30 мин. смертельна (Еддер).

Определение. Поглощение титрованным раствором едкого кали и обратное титрование с метилролом в качестве индикатора.

Дополнительная литература

Чарный, Токсический отек легких, изд. ЦСХИ, Москва (1935).
См. также лит. к разделу «Фосген».

Метиловый эфир цианмуравьиной кислоты (цианугольный эфир)

См. «Цианистые соединения».

Эфиры уксусной кислоты

Почти все эфиры уксусной кислоты обладают крайне характерным, отнюдь не неприятным фруктовым запахом. При вдыхании в виде паров они все действуют наркотически и вместе с тем более или менее раздражающе: эти стороны действия, как и у эфиров муравьиной кислоты, с увеличением молекулярного веса явственно усиливаются.

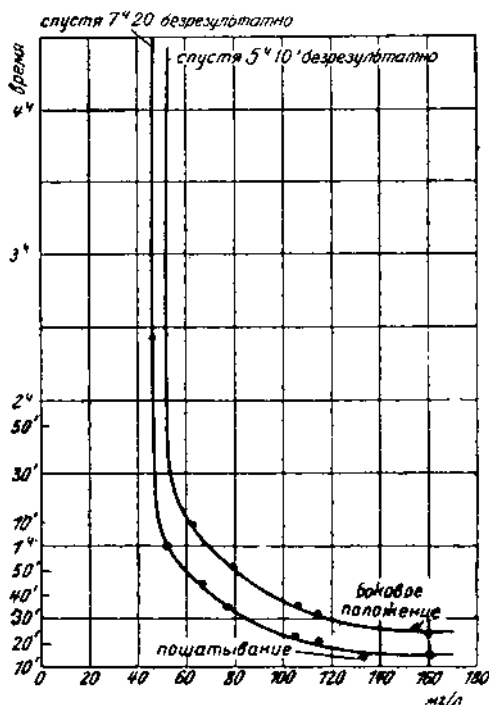


Рис. 37. Действие этилацетата на кошек (динамическая затравка).

Эфиры одногалогензамещенной уксусной кислоты являются весьма сильными раздражающими веществами, особенно для глаз; наркотическое действие при этом совершенно отступает на задний план (см. таблицу на стр. 504)

Метиловый эфир уксусной кислоты (метилацетат)

Формула: $\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{CH}_3$. Мол. в.: 74,05.

Получение. Этерификацией метилового спирта и уксусной кислоты; получается также при сухой перегонке дерева.

Свойства важнейших эфиров уксусной кислоты

Название	Формула	Мол. вес	Темп. кип.	Уд. в. при 20°	Вес 1 л. при 20° в 2	Раствори-мость в воде	Точка вос-плавления	Во сколько раз менее летуч, чем эфир (эфир = 1)
Метиловый эфир уксусной кислоты, хим. чистый	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{CH}_3$	74,05	57,5°	0,933	3,08	около 25%	3—5°	2,2
Этиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$	88,06	77°	0,899	3,66	около 80%	ниже 0°	2,9
n-Пропиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	102,08	101,5°	0,887	4,24	около 20%	14°	6,1
Изопропиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{CH} \begin{smallmatrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{smallmatrix}$	102,08	89°	0,869	4,24	исзначительная	4°	4,2
n-Бутиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3 \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	116,09	126,5°	0,882	4,83	1:110	24°	11,8
Изобутиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{CH} \begin{smallmatrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{smallmatrix}$	116,09	118°	0,871	4,83	1:70	18° (техн.)	7,7
Изоамиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH} \begin{smallmatrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{smallmatrix}$	130,11	142°	0,875	5,41	1:320	25°	13
Циклогексаноновый эфир уксусной кислоты (техн.)	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{C}_6\text{H}_{11}$	142,11	170—177°	0,966	5,91	—	57,5°	77
Метилциклогексаноновый эфир уксусной кислоты (техн.)	$\text{CH}_3\text{COO} \cdot \text{C}_6\text{H}_{10} \cdot \text{CH}_3$	156,12	176—193°	0,941	6,41	—	65°	—

Свойства. См. таблицу к разделу «Эфиры уксусной кислоты» (стр. 504).

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя, особенно для ацетилцеллюлозы и нитроцеллюлозы или целлюлоида.

Общий характер токсического действия. Легкое наркотическое действие; наряду с этим умеренное раздражение слизистой.

Явления отравления

1. У животных. Кролик. Кратковременный наркоз, концентрация паров не определена (Вебер).

Собственные неопубликованные наблюдения дали следующие результаты.

Опыты при статической заправке
(98—100%-ный препарат)

Начальная концентрация		Экспозиция	Вид животных		
мг/л (прибл.)	частей пара на миллион (см ³ /м ³)		мыши	кошки	собаки
16,0	5 000	20 мин.	никакого заметного действия	раздражение глаз; слюнотечение	—
32,0	10 000	20 мин.	вначале беспокойное состояние, в дальнейшем никакого заметного действия	уменьшающееся со временем раздражение глаз	—
32,0	10 000	22 часа *	—	первоначальное раздражение; спустя 22 часа у части кошек боковое положение; впоследствии вялость еще в течение нескольких часов	только слюнотечение и длительное раздражение глаз

Опыты при динамической заправке. У кошек, подвергавшихся в течение 1 часа действию концентрации 75 мг/л, соответствующей приблизительно 25 000 частям пара на миллион, наблюдалось лишь слюнотечение, длительное раздражение глаз и некоторая вялость.

2. У человека. 1%-ная концентрация, или 10 000 частей пара на миллион, соответствующая приблизительно 32 мг/л **, вызвала раздражение глаз, носа и зева; раздражение глаз было слабее, носа же сильнее, чем при действии равной концентрации этилового эфира уксусной кислоты. Запах вещества был неприятный, при вдыхании ртом ощущался отвратительный вкус.

* См. примеч. ред. на стр. 497.

** Экспозиция не указана. Ред.

Сообщений о промышленных отравлениях пока не имеется. Во всяком случае этим веществом следует пользоваться, соблюдая необходимые предосторожности, так как оно является эфиром метилового спирта.

Литература

Weber, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac., 47, 113 (1903).

Этиловый эфир уксусной кислоты (этилацетат, уксусный эфир)

Формула: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$. **Мол. в.:** 88,06.

Получение. Этерификацией составных частей.

Свойства. См. таблицу к разделу «Эфиры уксусной кислоты» (стр. 504).

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для нитроцеллюлозы, жиров, масел и восков, при производстве взрывчатых веществ, при выработке лаков, при химической чистке и др.

Общий характер токсического действия. Вдыхание паров оказывает легкое наркотическое и в то же время раздражающее действие.

Явления отравления

1. У животных. *Морская свинка.* Вдыхание концентрации в 2000 частей пара на миллион, соответствующей приблизительно 7 мг/л, оказалось вредно действующим³.

Мыши (статическая затравка)²:

мг/л (приблизит.)	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Экспозиция в час.	Действие
7	2000	17	имелось лишь раздражение глаз и носа и одышка
18	5000	3—4	боковое положение через 3—4 часа, помутнение роговиц, выздоровление
36	10000	3/4	боковое положение через 3/4 часа; из 4 мышей выжили 2; 1 пала к концу опыта; 1 — через день. Помутнение роговиц
72	20000	3/4	боковое положение через 3/4 часа; 1 мышь пала, 1 выжила; помутнение роговиц.

Кошки (динамическая затравка)²:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
29	8000	20 мин.	только раздражение
32,5	9000	7 1/2 час.	раздражение, незначительная одышка
72	20000	3/4 час.	глубокий наркоз; выживание
155	43000	14—16 мин.	глубокий наркоз; смерть

Ср. кривую рис. 37 (стр. 503).

2. У человека. В одном случае на производстве лаков продолжительное вдыхание паров этилового (и бутилового) эфира уксусной кислоты вызвало резкое повышение чувствительности¹.

О более серьезных поражениях вследствие вдыхания паров данных в литературе нет.

Литература

1. Beintker, Dtsch. med. Wochschr. 1928, 528.
2. Boeltzig, Diss. Würzburg 1931.
3. Smyth a. Smyth jr., Joura. ind. Hyg. 10, 261 (1928).

n-Пропиловый эфир уксусной кислоты (*n*-пропилацетат) (98%-ный)

Формула: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$. **Мол. в.:** 102,08.

Получение. Этерификацией составных частей.

Свойства. См. таблицу к разделу «Эфиры уксусной кислоты» (стр. 504).

Общий характер токсического действия. Действие наркотическое и в то же время умеренно раздражающее.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя.

Явления отравления

1. У животных. Кошки (динамическая заправка):

мг/л	Частей пара на миллион ($\text{см}^3/\text{м}^3$) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
22	5 300	5 дней подряд по 6 час. в день	лишь незначительное раздражение глаз и слезотечение
38	7 400	5½ час.	через 1½—¾ часа пошатывание, спустя 4½ часа боковое положение, через 4½—5¼ час. глубокий наркоз; одна кошка пала через 5½ час.
102	24 500	½ часа	через 5—16 мин. боковое положение, через 13—18 мин. глубокий наркоз; одна кошка пала через 4 дня

2. У человека. Сообщений об отравлениях не имеется.

Литература

Нерр, Diss. Würzburg 1931.

n-Бутиловый эфир уксусной кислоты (*n*-бутилацетат)

Формула: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$. **Мол. в.:** 116,09.

Получение. Этерификацией составных частей.

Свойства. См. таблицу к разделу «Эфиры уксусной кислоты» (стр. 504).

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя, именно при производстве цапонового лака.

Общий характер токсического действия. Действует наркотически, а также раздражающе.

Явления отравления

1. У животных. *Морские свинки.* Вдыхание концентрации в 900 частей пара на миллион, что соответствует приблизительно 4,3 мг/л, оказалось токсичным².

Собственные неопубликованные наблюдения дали следующие результаты.

Кошки. Вдыхание в течение 24 час. концентрации, равной вначале 50 мг/л, что соответствует приблизительно 10 500 частям пара на миллион (статическая затравка), оказало лишь слабое наркотическое действие.

Опыты при динамической затравке¹:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
16	3 400	6 час.	только раздражение
29	6 100	6 час.	приблизительно через 1½ часа опьянение; возвращение к норме
33	7 000	6 час.	приблизительно через 1½ часа опьянение, через 4—4½ часа боковое положение, через 4½—5 час. глубокий наркоз; возвращение к норме
40	8 400	2 ч. 20 м.	через 10—15 мин. опьянение, через ½—¾ часа боковое положение, через 35—60 мин. глубокий наркоз
90	19 000	½ часа	через 7—8 мин. опьянение, спустя 10—15 мин. боковое положение, через 11—18 мин. глубокий наркоз; одно животное пало через 4 дня, два выжили

Собаки. Вдыхание в течение 24 час. * концентрации, достигавшей первоначально 50 мг/л, что соответствует приблизительно 10 500 частям пара на миллион, вызывало у собак уже через 25 мин. опьянение, одно животное вскоре пало, другое оправилось в течение 24 час. Однако при первоначальной концентрации, равной 34 мг/л, что соответствует приблизительно 7200 частям пара на миллион, 24-часовая экспозиция не вызвала видимых последствий.

При динамической затравке концентраций в 25 мг/л, что соответствует приблизительно 5000 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 6½ час. наблюдалась лишь вялость.

2. У человека. Концентрации в 34 или 50 мг/л, что соответствует приблизительно 7200 или 10 500 частям пара на миллион, вызывали очень сильное раздражение глаз и носа.

Тяжелые отравления не известны.

Литература

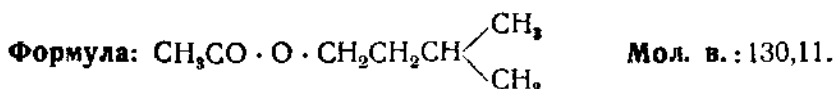
1. Emrich, Diss. Würzburg 1931.
2. Smyth a. Smyth, jr., Journ. ind. Hyg., 10, 261 (1928).

Дополнительная литература

- Krueger, Arch. f. Gewerbepathol., 3, 798 (1932).
 Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. орган. и охр. труда № 14—15 (1932)
 Окунев, Врач. газета № 8 (1930).

* Статическая затравка. См. прим. ред. на стр. 497.

Изоамиловый эфир уксусной кислоты (амилацетат)



Получение. Этерификацией амилового спирта и уксусной кислоты.

Свойства. См. таблицу к разделу «Эфиры уксусной кислоты» (стр. 504). Насыщенный при 20° амилацетатом воздух содержит его около 37 мг/л.

Имеющийся в продаже амилацетат содержит главным образом изоамилацетат, наряду с этим еще изобутиловый, *n*-пропиловый и этиловый эфиры уксусной кислоты, а также незначительное количество не подвергшихся этерификации спиртов; образованный из пентана амилацетат (ср. «Амиловый спирт») содержит иногда довольно значительные количества *n*-амилового эфира уксусной кислоты¹.

Условия отравления. При применении в качестве растворителя для нитроцеллюлозных и сходных с ними лаков (особенно цапонового лака), в производстве целлулоида, в металлопромышленности, в производстве ювелирных украшений, клеенки и др., в борьбе с вредителями: при фотометрии для заправки лампы Гефнера и др.

Общий характер токсического действия. Действует как местно раздражающее и слабо наркотическое вещество.

Явления отравления

1. У животных. *Мыши* (статическая затравка). Вдыхание в течение 20 мин. концентрации в 22 мг/л, что соответствует приблизительно 4000 частям пара на миллион, не вызывало заметного действия. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

Морские свинки. Вдыхание концентрации в 4,8 мг/л, что соответствует приблизительно 900 частям пара на миллион, оказалось безвредным; продолжительность вдыхания не указана¹.

Кошки (динамическая затравка)²:

Объемн. % (приблизит.)	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспози- ция	Действие
0,1	6	1 100	9 час.	только раздражение
0,4	21	4 000	9 час.	только незначительная вялость
0,52	28	5 250	9 час.	через 3 час. опьянение, через 6 час. легкое наркотическое состояние, через 9 час. глубокий наркоз; впоследствии падение в весе

Кролики. В общем реагировали так же, как и кошки².

Собаки. При динамической затравке пребывание в течение часа в атмосфере с концентрацией 27 мг/л, соответствующей приблизительно 5000 частям пара на миллион, вызывало лишь раздражение носа, но не глаз, и кроме того сонливое состояние.

Пребывание в течение 24 час. в атмосфере с начальной концентрацией 38 мг/л, соответствующей около 7000 частям пара на миллион (статическая затравка), не оказало заметного действия. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

2. У человека. Вдыхание паров вызывает сначала першение в горле и кашель, затем жжение в глазах и чувство давления в груди. При продолжающемся раздражении может появиться воспаление зева, бронхов и соединительной оболочки глаз. В дальнейшем могут появиться усталость, расслабление, легкая сонливость, головокружение; ощущение жара, учащение пульса, сердцебиение, дрожание; иногда головные боли, шум в ушах, тошнота, отсутствие аппетита. Концентрация в 5 мг/л, соответствующая приблизительно 950 частям пара на миллион, переносилась в течение получаса; она вызвала лишь длительное раздражение слизистой зева и конъюнктивы глаз; сухость в горле и давление в груди, под конец легкое утомление².

Длительные поражения не наблюдались. Однако поражение печени и почек возможно.

Описаны случаи некоторого привыкания при остающихся жалобах на действие паров. Некоторые лица, наоборот, проявляют большую чувствительность даже к невысоким концентрациям паров амилацетата.

Литература

1. Koelsch, Concordia (Berl.) 19, 246 (1912).
2. Lehmann, Arch. f. Hyg. 78, 260 (1913).
3. Salant, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 1, 154 (1910).
4. Smyth a. Smyth jr., Journ. ind. Hyg. 6, 761 (1928).

Циклогексанолацетат (адрилолацетат, гексалинацетат, секстат)

Формула: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_{11}$. Мол. в.: 142,11.

Получение. Этерификацией компонентов.

Свойства. См. таблицу к разделу «Эфиры уксусной кислоты» (стр. 504).

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя, особенно для эфиров целлюлозы и нитроцеллюлозы; в производстве лаков.

Общий характер токсического действия. В качественном и количественном отношении сходен с действием амилацетата. Хотя циклогексанолацетат почти в три раза токсичнее амилацетата, но зато он почти в шесть раз менее летуч.

Явления отравления

а) У животных. 1. Острое отравление. Белые мыши и морские свинки. В атмосфере, насыщенной парами циклогексанолацетата, при температуре около 20°, в течение 1—2 час. были обнаружены лишь легкие симптомы раздражения. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

Кошки:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
до 5	до 860	9 час.	только легкое раздражение
8	1 400	8½ час.	через 7 час. боковое положение; в дальнейшем постепенное возвращение к норме
9	1 550	10½ час.	через 3—4½ часа атаксия; через 8¾ час. боковое положение, неполный наркоз; смерть на 11—24-й день
10	1 700	10 час.	через 5 час. атаксия, через 6½ час. боковое положение и легкий наркоз, через 10 час. глубокий наркоз; смерть через сутки

Кролики. Оказались менее чувствительными, чем кошки.

Собаки. При действии в течение $7\frac{1}{2}$ час. концентрации 7 мг/л, соответствующей приблизительно 1200 частям пара на миллион, кроме легкого раздражения никаких других явлений не обнаружено.

2. Хроническое отравление. Кошки. При действии в течение 5 дней (по $8\frac{1}{2}$ час. ежедневно) концентрации до 9,5 мг/л, что соответствует приблизительно 1650 частям пара на миллион, кроме сонливости и опьянения никаких других явлений не обнаружено; особых последствий у кошек не наблюдалось. Концентрация приблизительно в 30 мг/л, что соответствует 5150 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 30 дней по 8—9 час. ежедневно, не вызвала у кошек никаких заметных расстройств.

б) У человека. Удушливый запах, немедленное появление кашлевого раздражения; о более серьезных симптомах отравления сообщений не имеется.

Литература

Lehmann, Arch. f. Hyg., 78, 260 (1913).

Эфиры бромуксусной кислоты

а) Метилловый эфир

Формула: $\text{CH}_3\text{Br} \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_3$. Мол. в.: 152,96.

Получение. Этерификацией компонентов.

Свойства. Жидкость; темп. кипения 144° ; вес литра пара 6,36 г.

б) Этиловый эфир

Формула: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$. Мол. в.: 166,97.

Получение. Аналогичное с метиловым эфиром.

Свойства. Жидкость; темп. кип. 159° ; уд. в. при 13° 1,514; вес литра пара 6,94 г.

Возможности отравления. Оба эфира применялись во время мировой войны в качестве боевых отравляющих веществ.

Общий характер токсического действия. Сильное раздражение всех слизистых, особенно глаз.

Явления отравления. Из всех явлений выделяется сильное раздражение глаз. Концентрация этилового эфира в 80 мм^3 жидкости на 1 м^3 , соответствующая приблизительно 0,055 мг/л, или 8 частям пара на миллион, уже через минуту является непереносимой; метиловый эфир раздражает почти в 2 раза сильнее. Более высокие концентрации могут вызвать тяжелые, в некоторых случаях смертельные поражения дыхательных органов. Вдыхание концентрации этилового эфира равной примерно 0,3 мг/л и соответствующей приблизительно 45 частям пара на миллион, оказалось для кошек смертельным при 10-минутной экспозиции.

Литература

Meyer, Gaskampf, S. 351, 1925 (рус. перевод. ГИЗ, 1927).
Wachtel, Ztschr. f. exper. Path. u. Ther., 21, 1 (1920).

Этиловый эфир подуксусной кислоты

Формула: $\text{CH}_3\text{I} \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$. Мол. в.: 213,98.

Получение. Действием иодистого калия на этиловый эфир хлоруксусной кислоты.

Свойства. Жидкость с темп. кип. $178-180^\circ$; уд. в. 1,8; вес литра пара 8,9 г.

Возможности отравления. Применялся во время мировой войны англичанами в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. Как и эфир бромуксусной кислоты, сильное раздражающее вещество.

Явления отравления. Те же, что и при эфире бромуксусной кислоты. Порог раздражения: 0,0014 мг/л, что соответствует приблизительно 0,16 части пара на миллион (Ф р а й с и В е с т). Уже концентрация в 60 мм³ жидкости на 1 м³, соответствующая приблизительно 0,033 мг/л, или около 3,8 части пара на миллион, в некоторых случаях переносится не дольше одной минуты¹. По американским данным³ уже концентрация 0,00347 мг/л, соответствующая приблизительно 0,4 частям пара на миллион, в течение нескольких секунд выводит из строя; концентрация же, равная 0,17 мг/л, соответствующая приблизительно 20 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 1—2 мин. вызывает тяжелые поражения.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
2. Meyer, Gaskampf. S. 97, 1925 (там же литература) (рус. перевод, ГИЗ, 1927).
3. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. S. 70, 1925 (рус. перевод, стр. 139, изд. „На варт“, 1932).

Ацетоуксусный эфир

Формула: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{CO} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$. Мол. в.: 130,08.

Получение. Действием натрия на уксусный эфир.

Свойства. Ароматического запаха жидкость с темп. кип. 180° ; уд. в. при 20° 1,025. Мало растворим в воде. Вес литра пара 5,41 г.

Возможности отравления. При химических работах.

Общий характер токсического действия. Слабое наркотическое вещество с умеренным раздражающим действием.

Явления отравления. У кошек вдыхание концентрации в 20 мг/л, соответствующей приблизительно 3800 частям пара на миллион, в течение получаса вызвало лишь симптомы раздражения, однако через 12 дней животное пало. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

Об отравлениях человека в литературе данных не имеется.

Альдегиды

Двойная связь в альдегидной группе $\text{R} \cdot \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \\ \searrow \text{O} \end{array}$

является причи-

ной большой способности этого класса веществ к реакциям с тканями организма.

Альдегиды обладают наркотическим действием на центральную нервную систему и местным раздражающим действием на слизистые оболочки. Чем короче углеродная цепь, тем сильнее раздражающее действие; с удлинением углеродной цепи раздражающее действие

сравнительно с наркотическим действием все уменьшается. Введение галоида в алкильный радикал значительно усиливает раздражающее действие. Непредельные альдегиды токсичнее предельных. Низшие члены из ряда простых алифатических альдегидов очень легко растворяются в воде; по этой причине они действуют преимущественно на верхние дыхательные пути. Наоборот, высшие члены ряда, особенно акролеин, труднее растворимы и действуют сильнее на более глубокие отрезки дыхательных путей. Высшие алифатические альдегиды, а также ароматические альдегиды, в связи с уменьшением их летучести, действуют слабее. Растворимые в воде альдегиды выделяются из организма медленно.

Формальдегид

Формула: $\text{H} \cdot \text{CHO}$. Мол. в.: 30,02.

Получение. При пропускании смеси паров метилового спирта с водухом над нагретыми катализаторами.

Свойства. Газ с пронзительным запахом. Вес литра 1,25 г. При сильном охлаждении сгущается в жидкость, кипящую при -21° и легко полимеризующуюся в твердое полиоксиметиленовое соединение. Газообразный формальдегид легко растворяется в воде и в таком виде идет в продажу (формалин, формол), технические растворы содержат большей частью приблизительно 35% формальдегида и наряду с ним около 15% метилового спирта. Они обладают пронзительным запахом формальдегида и выделяют газ уже при обычной температуре, а еще быстрее при нагревании; одновременно они выделяют гидраты трудно растворимых полиоксиметиленов (например так называемый параформальдегид). Эти полимеры выделяют газообразный формальдегид в более или менее значительной степени уже при обычной температуре; при нагревании же из них вновь образуется формальдегид.

Общий характер токсического действия. Протоплазматический яд и вместе с тем сильно раздражающее для всех слизистых оболочек средство. Наоборот, наркотическое действие совершенно отстает на задний план.

Механизм действия. Резкое раздражающее действие формальдегида на слизистые оболочки объясняется его высокой способностью к многообразным химическим реакциям. Он образует с белками верхних клеточных слоев необратимые соединения.

Пока в точности еще не изучено, как протекает реакция с тканями. Во всяком случае дело не только в простых химических реакциях, например процессе окисления в метиловый спирт и муравьиную кислоту. Можно предполагать, что реакции, протекающие в тканях при действии формальдегида, гораздо разнообразнее и сложнее. Появляющиеся при вдыхании тяжелые симптомы вызваны местным раздражением; количества яда, резорбированные дыхательными путями, едва ли играют какую-либо роль при остром отравлении. Вызывается ли при длительном вдыхании низких концентраций формальдегида общее поражение, недостаточно выяснено. Брунн-Талер¹ полагает, что продукты разложения обладают кумулятивным действием. Во всяком случае воспаление органов дыхания стоит на первом плане как при остром, так и при хроническом отравлении газообразным формальдегидом.

Возможности отравления. При применении дезинфицирующих средств, особенно при дезинфекции помещений; при применении для

протравы семян, в производстве анилиновых красок и в текстильной промышленности, в кожевенном деле; при производстве искусственных смол и прочих пластических масс. Во всех этих случаях отравления могут быть вызваны как газообразным формальдегидом, так и его раствором или твердым полимеризованным соединением.

Явления отравления

1. У животных. Морские свинки, содержащиеся в заполненном парами формальдегида помещении (концентрация не указана), пали через полгода; вскрытие обнаружило сильные изменения слизистой дыхательных путей ⁶.

Кошки ⁵:

мг/л	Частей газа на миллион (с.м. ³ /м. ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
до 0,25	200	31½ часа	немедленное возвращение к норме, без стойких поражений
0,8	650	4 часа	ожог слизистых; возвращение к норме лишь через несколько дней
0,8	650	8 час.	отек и кровоизлияния в легких, эмфизема; поздние воспалительные гнойные процессы в легких; большую частью смерть как выше; кроме того ожог роговицы глаза, смерть через несколько часов смертельно
2,0	1 600	4 часа	
6,0	4 900	3 часа	
8,0	6 500	3,5 часа	

Все животные обнаружили резкие явления раздражения: чихание, кашель, слюноотечение, раздражение глаз, дыхание замедлено, отсутствие аппетита.

2. У человека. В очень малых концентрациях формальдегид раньше всего раздражает слизистую глаз. Несколько более значительные концентрации раздражают слизистые верхних дыхательных путей; появляется кашлевое раздражение, затем чувство давления в груди, своеобразное давление в висках. Вдыхание очень высоких концентраций вызывает некроз пораженных слизистых ⁴ и последующие гнойные воспаления легких. Практически однако дело редко доходит до таких тяжелых отравлений.

Как последствия вдыхания паров формальдегидов наблюдались длительное отсутствие аппетита, отвращение к еде и в связи с этим потеря в весе и слабость, затем бессонница и временами учащенное сердцебиение.

Токсическая концентрация формальдегида при вдыхании его для человека в точности не определена.

Указанная как непереносимая в течение 1 мин. ² для нормального человека концентрация в 25 мм³/м³ (т. е. около 75 мм³ продажного раствора), или 0,025 мг/л, что соответствует приблизительно 20 частям газа на миллион, слишком низка. Правда, такая концентрация заметно уже раздражает глаза и нос, но ее можно переносить.

Формальдегид раздражает также кожу: после тяжелого воспаления кожи, вызванного формальдегидом, может появиться повышенная чувствительность.

Индивидуальная чувствительность к газообразному формальдегиду весьма различна¹. При значительном содержании его во вдыхаемом воздухе возможно и понижение чувствительности.

Защита. С помощью специальных противогазов. См. раздел «Индивидуальная защита».

Определение. Поглощение водой, прибавление титрованного раствора иода в избытке и затем по каплям натронной щелочи до образования легкого коричнево-желтого окрашивания. Если окрашивание при стоянии быстро исчезает, добавляют каплями разведенный раствор серной кислоты, пока желтое окрашивание не будет держаться в течение часа. Затем оставляют стоять $\frac{1}{4}$ часа с небольшим избытком серной кислоты и наконец титруют гипосульфитом. $1 \text{ см}^3 0,1 \text{ N}$ раствора иода = $1,5 \text{ мг}$ формальдегида².

Литература

1. Brunntaler, Aertzl. Sachverst.ztg. 1913, 7; Zentralblatt Gewerbehyg. 2, 24, (1914).
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
3. Haggard, Journ. ind. Hyg. 5, 390 (1924).
4. Gianelli, Malys Jahresber. Tierchemie 31, 108 (1901).
5. Иванов, Arch. f. Hyg. 73, 308 (1911).
- Ср. также: Lockemann u. Croner, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 77, 267; Ztschr. f. anal. Ch. 54, 11 (1915).
6. Sabrazès et Pennaneach, Comptes rendus de la Soc. de biol. 98, 241 (1928).
7. Tommasi-Crudeli в ст. Marx, Med. Klinik 1919, 925.

Дополнительная литература

- Ваадер, Arbeitsschutz № 8, III, 173 (1932).
 Gougerot et Poulain, Bull. de la soc. franç. de dermat. № 9, 1472 (1931).
 White, Профессиональные поражения кожи, 155 и 164, Москва (1925).
 Беляев, Охрана труда в химической промышленности, 2, вып. 2 (1929).
 Вегер, Труды и материалы Укр. гос. института рабоч. медицины, вып. 5, Харьков (1926); Zeitschr. f. die gesamt. Neurol., 111, 370 (1927).
 Витензон, Санитарная охрана труда, сборник 6, Харьков (1927).
 Гродзовский, Анализ воздуха в промышленных предприятиях, 200 и 203. 2-е изд. Соцэкгиз (1931).
 Лазарев, Бюлл. Ленингр. инст. орг. и охр. труда № 14—15 (1932).
 Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, стр. 223, Госхимтехиздат (1933).
 Мацнева, Врачебное дело № 23—24 (1932).
 Панпулов, Труд и быт медработн. Москвы и Моск. губ., 5, 95 (1927).
 Фабинин, Организация безопасности труда на работах по борьбе с вредителями сельского хоз., Сельколхозгиз (1931).
 Шифман, Гигиена, безоп. и патол. труда № 2, 58 (1929).

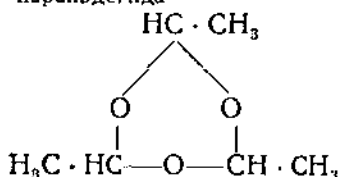
Ацетальдегид

Свойства. Легко улетучивающаяся жидкость с характерным за-

Получение. Синтетическим путем из ацетиленом посредством соединения его с водой в присутствии крепких растворов сернокислых солей ртути.

Свойства. Легко улетучивающаяся жидкость с характерным запахом, темп. кип. 21° , уд. в. при 10° 0,795. Вес литра пара 1,83 г. Смешивается с водой во всех пропорциях.

Ацетальдегид выпускают в продажу преимущественно в виде полимера — паральдегида



темп. кип. 124°; темп. плавления 10,5°.

имеющего в сущности строение не альдегида, а циклического соединения, но при перегонке с небольшим количеством кислоты он вновь дает ацетальдегид. Паральдегид получается действием незначительных количеств кислоты на ацетальдегид. При этом образуется до 8% твердого стереоизомерного метальдегида, применяемого в форме брикетов в качестве топлива («мета»).

Общий характер токсического действия. Раздражает слизистые оболочки, наряду с этим обладает общепаралитическим действием на центральную нервную систему.

Возможности отравления. При так называемом скором способе производства уксуса (промежуточный продукт); в предприятиях по сухой перегонке дерева; при производстве серебряных зеркал; при синтезе спирта и уксусной кислоты; в химической промышленности.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных. Кошки²:

мг/л	Частей газа на миллион (с.м.³/м.³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,5	280	до 7 час.	никакого заметного действия
2	1 100	до 3 час.	быстро проходящее сильное раздражение слизистых
3—7	1 700—3 900	1—4 часа	сильное раздражение, возвращение к норме лишь спустя несколько дней, слабый наркоз
около 20	11 000	1—2 часа	сначала возбуждение, затем депрессия, и наконец смерть вследствие паралича дыхания; легкие воспалены и отечны

2. У человека. Более слабые концентрации, практически большей частью встречающиеся, вызывают в общем лишь раздражение слизистых оболочек глаз, носа и дыхательных путей. Наблюдаются также учащенное сердцебиение и сильные ночные поты.

При более сильных концентрациях может появиться чувство удушья в груди с сильнейшим кашлем, в дальнейшем головная боль, оглушение, иногда также бронхит, воспаление легких и плевры.

б) Хроническое отравление. Повторное вдыхание малых количеств паров вызывает поражения сосудистых стенок и разрастание соединительной ткани в печени³.

Определение. Поглощение водой, соединение с бисульфитом натрия, обратное титрование избытка бисульфита натрия иодом¹.

Литература

1. Egli-Rüst, Unfälle beim chem. Arbeiten, S. 11, 1925.
2. Иванов, Arch. f. Hyg. 73, 32 (1911).
3. Kunkel y Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 98, 1906.

Акролеин (акриальдегид)**Формула:** $\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CHO}$. **Мол. в.:** 56,03**Получение.** Нагреванием глицерина с водоотнимающими средствами.**Свойства.** Бесцветная подвижная жидкость с необыкновенно острым и раздражающим запахом; темп. кип. $52,4^\circ$; уд. в. при 20° 0,8410. Вес литра 2,33 г. Растворяется в 2—3 частях воды. Легко полимеризуется в аморфный дисакрил и притом тем легче, чем вещество химически более чисто.**Общий характер токсического действия.** Сильно раздражает все слизистые оболочки, наркотическое действие по сравнению с раздражающим совершенно незначительно.**Возможности отравления.** Образуется при сильном нагревании глицерина или жиров; поэтому отравления вследствие вдыхания паров могут иметь место например на костеомольных заводах, салотопных предприятиях, при производстве олифы, на фабриках свеч, при добывании жира на мыловаренных заводах, при производстве стеарина, линолеума, клеенки, при переплавке типографского шрифта, а также при неосторожном поджаривании кофе и др.; акролеин имеется также в выхлопных газах.Случай отравления отмечен при автогенной сварке в цистерне, содержащей льняное масло⁴.

Во всех таких случаях мы повидимому редко имеем дело с отравлением чистым акролеином; например при топке сала могут наряду с акролеином оказать действие летучие жирные кислоты, цианистый аммоний, сернистый аммоний, сероводород и пиридиновые основания. Ср. раздел «Смешанные отравления».

Во время мировой войны акролеин применялся французами в качестве боевого отравляющего вещества.

Явления отравления. 1. У животных. *Кошки*²:

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
0,025	11	до 9½ час.	слюнотечение, слезотечение, раздражение носа, постепенно развивающийся легкий наркоз
0,04	17,5	4 часа	сильное раздражение; выздоровление наступает через несколько дней
0,2	87	2¼ часа	тяжелое раздражение легких
1,5	650	2¼ часа	смерть через 18 часов
2	870	2½ часа	смерть во время опыта

Вскрытие обнаружило ожоги дыхательного горла и тяжелые поражения легких.

2. У человека. Уже малейшие количества вызывают жжение глаз, раздражение слизистых рта и носа и кашель. При несколько больших количествах паров появляются, как Левин⁵ наблюдал на себе, легкое чувство головокружения, вялость (оцепенение) и прилив крови к голове, а затем затрудненный выдох; позже развился катарр соединительной оболочки глаз и мучительный катарр задней стенки носоглотки, гортани и бронхов; появилась повышенная чувстви-

ность к акролеину. Вдыхание более высоких концентраций может вызвать воспаление легких со смертельным исходом. Наблюдались также длившиеся неделями желудочные страдания⁹.

Концентрацию 0,07 мг/л, соответствующую приблизительно 30 частям пара на миллион, нормальный человек не может переносить дольше одной минуты⁸. *

Часть акролеина выделяется в неизмененном виде через легкие⁵.

Определение. Аналогично с определением ацетальдегида с помощью бисульфита натрия³.

Терапия. Такая же, как при остальных раздражающих веществах. См. раздел «Лечение газотравленных».

Литература

1. Chemical Warfare service. Monograph. XV. Washington 1918.
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
3. Иванов, Arch. f. Hyg. 73 (1911).
4. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 353 (1928).
5. Lewin, Arch. f. exp. Pathol u. Pharmac. 43, 351 (1900).

Дополнительная литература

- Fieldner, Sayers, Yant, Katz, Shohan, Leitch, Warning agents for fuel gases. U. S. Bureau of Mines. Monograph 4, New York (1931).
Yant, Schrenk, Patty, Sayers. U. S. Bureau of Mines, Rep. Investig. Ser. № 3028 (1931).
Белкин, Гигиена труда № 3, 92 (1928).
Коренман и Резник, Гиг., безоп. и патол. тр. № 8—9, стр. 108 (1930).
Лазарев и Астраханцев, Химич. вредные вещества в пром., ч. 1, стр. 229, Госхимтехиздат (1933).
Шуллинов, Вестн. Казанск. инст. научн. орг. труда № 7, 13—14 (1928)

Ацетали

Ацетали представляют собой эфирные соединения альдегидов с одно- и многоатомными спиртами. Получаются действием альдегидов на спирты в присутствии незначительных количеств кислоты или других конденсирующих веществ. Члены ряда, кипящие при температуре ниже 100°, оказывают при вдыхании их паров наркотическое действие. Некоторые ацетали являются прекрасными растворителями.

Влияние вдыхания ацеталей на мышей

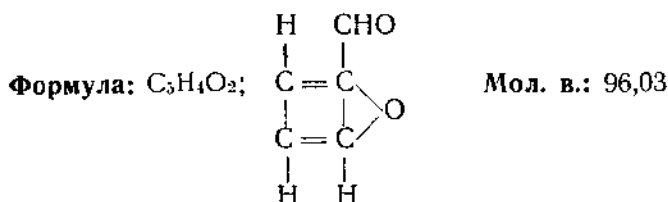
Название	Формула	Темп. кип.	Уд. вес при 20°	Мол. вес	Растворимость в воде	Минимальные наркотические концентрации	
						объемн. %	мг/л (приблиз.)
Метилаль	$\text{CH}_3(\text{OCH}_3)_2$	44,0°	0,862	76,06	1:3	2,8	87
Диметилацеталь .	$\text{CH}_3\text{CH} \cdot (\text{OCH}_3)_2$	64,4°	0,866	90,08	—	1,9	70
Диэтилформаль .	$\text{CH}_2(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$	89°	0,851	104,09	1:11 (18°)	1	42,5

* По данным Янта и сотр. 0,002 мг/л при вдыхании в течение 2—3 мин. вызывают раздражение слизистых глаз и носа; через 5 мин. раздражение невыносимо. Концентрация 0,012 мг/л переносима не более 1 мин. *Ред.*

Литература

Meyer u. Gottlieb-Billroth, Ztschr. f. physiol. Ch., 112, 55 (1921).

Фурфурол (фурол)



Получение. Посредством гидролиза содержащего клетчатку сырья (овсяной шелухи, кукурузных початков и т. п.) с помощью разведенных неорганических кислот, под давлением.

Свойства. Прозрачная бесцветная жидкость, на воздухе быстро темнеет и постепенно полностью разлагается. Однако в герметически закрытых сосудах в темноте сохраняется не изменяясь. Темп. кип. $161,7^\circ$; уд. в. при 20° 1,16. Вес литра пара 4,0 г. В воде комнатной температуры растворяется приблизительно до 8% фурфурола.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя для эфиров целлюлозы, восков, смол, каучука; для протравливания табака; для производства искусственных смол; в качестве ускорителя при вулканизации. Фурфурол широко применяется в технике, особенно в Америке.

Общий характер токсического действия. Раздражает слизистые оболочки. Возбуждает центральную нервную систему (судороги, в дальнейшем параличи). Ввиду незначительной летучести обладает сравнительно слабым действием.

Явления отравления

1. У животных². У крыс, морских свинок и кроликов вдыхание в течение одного часа концентрации, приблизительно равной 1,1 мг/л, соответствующей 280 частям пара на миллион, вызывало лишь легкое раздражение слизистой оболочки (слюно- и слезотечение). При десятикратной концентрации раздражение было соответственно больше, кроме того имела одышка. Одна крыса погибла во время опыта вследствие острого отека легких.

У одной кошки через полчаса отмечено боковое положение; в дальнейшем наступили сильнейшие судороги и расстройства координаций; через 3 дня смерть вследствие отека легких.

2. У человека. Продолжительное вдыхание хотя бы незначительных количеств паров фурфурола может вызвать общие нервные расстройства, аналогичные появляющимся при хроническом действии альдегидов*.

Литература

1. Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 665, 1906.
2. Wand, Diss. Würzburg 1931.

Дополнительная литература

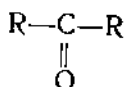
Gander, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmacol., 167, 681 (1932).

Коренман и Резник, Гигиена, безопасн. и патол. труда № 2, 46 (1930).

* Коренман и Резник указывают, что при концентрациях фурфурола от 0,007 до 0,053 мг/л рабочие за время 3-месячной работы стали страдать конъюнктивитами, слезотечением, царапаньем в горле, упорными головными болями. *Ред.*

Кетоны

Кетоны, как и альдегиды, благодаря двойной связи углерода с кислородом



обладают большой способностью к реакциям с тканями организма.

В противоположность альдегидам простые кетоны мало раздражают дыхательные пути. Наряду с наркотическими свойствами они раздражают дыхательный центр.

Само по себе незначительное раздражающее действие кетонов на слизистые оболочки с удлинением углеродной цепи еще больше ослабевает; зато введение галоида в алкильный остаток в сильнейшей степени усиливает их раздражающее действие. То же можно сказать относительно смешанных алифатическо-ароматических кетонов.

Высшие жирные и ароматические кетоны вследствие высокой точки кипения и незначительной летучести их практически почти не ядовиты при вдыхании.

Ацетон

Формула: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$. **Мол. в.:** 58,05

Получение. Разложением уксуснокислого кальция при нагревании; каталитическим разложением полученной синтетическим путем уксусной кислоты; при брожении веществ, содержащих крахмал, при действии определенных бактерий; из ацетилена и водяных паров с помощью соответствующих катализаторов.

Свойства. Жидкость с характерным запахом; смешивается с водой во всех пропорциях. Темп. кип. 56° ; уд. в. при 20° 0,792. Вес литра пара 2,41 г.

Общий характер токсического действия. Наркотическое вещество с возбуждающим дыхательный центр действием; вместе с тем слабо раздражает слизистые оболочки.

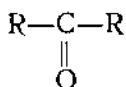
Возможности отравления. При применении в качестве растворителя и средства, вызывающего разбухание нитроцеллюлозы в производстве бездымного пороха и в целлулоидной промышленности; как растворителя для ацетилцеллюлоз в лаковой промышленности и на производстве искусственного (ацетатного) шелка; в качестве экстрагирующего и обезжиривающего средства; для абсорбции ацетилена или получения диссугаза (ацетон, насыщенный под давлением ацетиленом); в качестве исходного материала в химической промышленности.

Явления отравления

1. У животных. *Мыши.* По американским данным⁴ пары ацетона при кратковременном действии в острых случаях токсичнее, чем хлороформ, и лишь немного менее токсичны, чем бензол. Концентрация в 20 600 частей пара ацетона на миллион, соответствующая приблизительно 50 мг/л, вызвала смерть мышей через 10 мин. Те же результаты давали: 17 700 частей сероуглерода, соответствующие приблизительно 55 мг/л; 19 000 частей бензола, соответствующие 60 мг/л, и 25 900 частей хлороформа, соответствующие приблизительно 125 мг/л. Это сравнение токсичности касается лишь острого наркоти-

Кетоны

Кетоны, как и альдегиды, благодаря двойной связи углерода с кислородом



обладают большой способностью к реакциям с тканями организма.

В противоположность альдегидам простые кетоны мало раздражают дыхательные пути. Наряду с наркотическими свойствами они раздражают дыхательный центр.

Само по себе незначительное раздражающее действие кетонов на слизистые оболочки с удлинением углеродной цепи еще больше ослабевает; зато введение галоида в алкильный остаток в сильнейшей степени усиливает их раздражающее действие. То же можно сказать относительно смешанных алифатическо-ароматических кетонов.

Высшие жирные и ароматические кетоны вследствие высокой точки кипения и незначительной летучести их практически почти не ядовиты при вдыхании.

Ацетон

Формула: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$. **Мол. в.:** 58,05

Получение. Разложением уксуснокислого кальция при нагревании; каталитическим разложением полученной синтетическим путем уксусной кислоты; при брожении веществ, содержащих крахмал, при действии определенных бактерий; из ацетилен и водяных паров с помощью соответствующих катализаторов.

Свойства. Жидкость с характерным запахом; смешивается с водой во всех пропорциях. Темп. кип. 56° ; уд. в. при 20° 0,792. Вес литра пара 2,41 г.

Общий характер токсического действия. Наркотическое вещество с возбуждающим дыхательный центр действием; вместе с тем слабо раздражает слизистые оболочки.

Возможности отравления. При применении в качестве растворителя и средства, вызывающего разбухание нитроцеллюлозы в производстве бездымного пороха и в целлюлозной промышленности; как растворителя для ацетилцеллюлоз в лаковой промышленности и на производстве искусственного (ацетатного) шелка; в качестве экстрагирующего и обезжиривающего средства; для абсорбции ацетилен или получения диссугаза (ацетон, насыщенный под давлением ацетиленом); в качестве исходного материала в химической промышленности.

Явления отравления

1. У животных. *Мыши.* По американским данным⁴ пары ацетона при кратковременном действии в острых случаях токсичнее, чем хлороформ, и лишь немного менее токсичны, чем бензол. Концентрация в 20 600 частей пара ацетона на миллион, соответствующая приблизительно 50 мг/л, вызвала смерть мышей через 10 мин. Те же результаты давали: 17 700 частей сероуглерода, соответствующие приблизительно 55 мг/л; 19 000 частей бензола, соответствующие 60 мг/л, и 25 900 частей хлороформа, соответствующие приблизительно 125 мг/л. Это сравнение токсичности касается лишь острого наркоти-

Характерен у подопытных животных сильный кожный зуд. Некоторые исследователи отмечают привыкание к концентрациям приблизительно до 50 мг/л. Повторные вдыхания до 6—8 раз в течение 5 час. концентраций в 3—5 мг/л, соответствующих приблизительно 1265—2100 частям пара на миллион, также переносились без видимого вреда.

2. У человека. Случаи острого отравления вследствие однократного вдыхания большого количества паров ацетона неизвестны. Длительное вдыхание малых количеств вызывает раздражение верхних дыхательных путей и бронхов, головную боль, тяжесть в голове, чувство давления, ночью — тяжелые сны. Несомненно у некоторых рабочих существует особая индивидуальная чувствительность. Человек резорбирует 71—77% введенного при вдыхании количества ацетона.

Выдыхаемый воздух обладает характерным запахом ацетона.

Определение. По Эллиоту и Дальтону путем абсорбции избытком щелочного раствора иода; после подкисления серной кислотой обратное титрование гипосульфитом. (Перевод в иодоформ по Мессингеру².)

Литература

1. Каган, Гигиена труда № 9 (1924) (там же литература).
2. Messinger, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 21 3366.
3. Schultze, Diss. Würzburg 1931.
4. U. S. Department of Interior, Bureau of Mines, Technical Paper 272 (1921).

Дополнительная литература

- Жмудская и др., Гигиена труда № 12 (1927).
 Комарь, Гиг., безоп. и пат. труда № 10 (1929).
 Лазарев и др., Гигиена и безоп. труда № 2 (1933).

Гомологи ацетона

При очистке полученного из уксуснокислого кальция ацетона-сырца получаются в качестве побочных продуктов так называемые ацетоновые масла (легкое или белое ацетоновое масло, темп. кип. 140—160°, и тяжелое или желтое ацетоновое масло, темп. кип. 160—220°), представляющие в основном сложную смесь кетонов, как то: метилэтилкетона, метилпропилкетона и высших гомологов. Эти ацетоновые масла применяются в качестве растворителей: действие паров в общем по видимому такое же, как и ацетона. Об отравлениях ими пока ничего не известно.

Об одном случае отравления смесью, применявшейся во время войны под названием ацетонового масла, см. раздел «Смешанные отравления». Ср. также «Этиловый эфир».

Хлорацетон

Формула: $\text{CH}_2\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$. Мол. в.: 92,50

Получение. Хлорированием ацетона на свету.

Свойства. Прозрачная, как вода, жидкость; темп. кип. 119°; уд. в. 1,16. Вес литра пара 3,85 г. Мало растворим в воде, спирту и эфире.

Общий характер токсического действия. Сильно раздражающее вещество, особенно для слизистой глаз.

Возможности отравления. Вследствие вдыхания паров при применении в химической промышленности. В мировую войну одно время применялся французами в качестве боевого отравляющего вещества.

Случай отравления. Растворитель, содержащий ацетон и органические соединения хлора, выделил на свету хлор, при этом образо-

нался хлорацетон, вызвавший тяжелое раздражение глаз и частью помутнение роговицы¹.

Явления отравления. Концентрация 0,018 мг/л, соответствующая приблизительно 4,8 частям пара на миллион, уже вызывает слезотечение. Концентрация 100 мм³ жидкости на 1 м³, или 0,116 мг/л, соответствующая около 31 части пара на миллион, для нормального человека при вдыхании в течение только 1 мин. может уже быть переносимой².

Определение. Омыление спиртовым раствором едкого кали в присутствии перекиси водорода и последующее определение хлора.

Литература

1. Floret, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 259 (1927).
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
3. Fries a. West, Chemical Warfare, 1921 (русский перевод, Фрайс и Вест, Химическая война, стр. 26, 1924).
4. Meyer, Gaskampf. S. 344, 1925 (там же литература) (рус. перевод, ГИЗ, 1927).

Бромацетон и гомологи

а) Бромацетон

Формула: $\text{CH}_3\text{Br} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$. Мол. в.: 136,96

Получение. Бромированием ацетона.

Свойства. Прозрачная, мало растворимая в воде жидкость, темп. кип. 127°; уд. в. при 20° 1,603. Вес литра пара 5,69 г. Легко растворим в спирту, ацетоне. При стоянии окрашивается вероятно вследствие полимеризации.

б) Бромметилэтилкетон

Формула: $\text{CH}_3\text{Br} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_3$ (темп. кип. 133°) или $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CHBr} \cdot \text{CH}_3$ (темп. кип. 145—146°). Мол. в.: 150,97.

Получение. Бромированием этилметилкетона.

Свойства. Бесцветная жидкость. Вес литра пара 6,28 г. Прочие свойства, как у бромацетона.

в) Дибромметилэтилкетон

Формула: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CHBr} \cdot \text{CH}_2\text{Br}$. Мол. в.: 229,89

Свойства. Жидкость, кипит при температуре выше 53° с разложением. Вес литра пара 9,56.

Общий характер токсического действия. Очень сильно раздражающие вещества, особенно для глаз.

Возможности отравления. Бромированные кетоны применялись во время мировой войны в качестве боевых отравляющих веществ. Бромацетон (B-Stoff) и бромметилэтилкетон (Bn-Stoff) применялись немцами; французы применяли смесь 80% бромацетона и 20% хлорацетона (мартонит) или 80% бромметилэтилкетона и 20% хлорметилэтилкетона (гомартонит)³. См. раздел «Газы на войне».

Явления отравления. Концентрация бромацетона 30 мм³ жидкости на 1 м³, или 0,048 мг/л, что соответствует приблизительно 8,5 частям пара на миллион, может уже через 1 мин. быть переносимой для нормального человека¹.

Высокие концентрации вызывают отек легких.

Повторное действие вызывает повидимому сенсibilизацию. При действии бромацетона наблюдалось также попадание раздражающих

Название	Низшая, вызывающая слезотечение, концентрация ²		Потеря боеспособности через несколько секунд при концентрации ⁶		Заметное поражение через 1—2 мин. при концентрации ⁶	
	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	мг/л	частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
Бромацетон	0,0015	0,3	0,0028	0,5	0,56	100
Бромметилэтилкетон . . .	0,011	1,8	0,0126	2	1,26	200
Дибромметилэтилкетон . .	—	—	0,0188	2	1,88	200.

веществ в легкие через евстахиеву трубу при открытом среднем ухе; одновременно получалось раздражение слизистой уха ⁵.

Определение. Аналогично определению хлорацетона.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. **13**, 267 (1921).
2. Fries a. West, Chemical Warfare, p. 143, 1921 (русский перевод—Фрайси Вест, Химическая война, стр. 159, 1924).
3. Hanslian, Der chemische Krieg, 2 Aufl., S. 36, 1928.
4. Meyer, Gaskampf, S. 344, 1925 (рус. пер., ГИЗ, 1927).
5. Steurer, Arch. Ohr- usw. Heilk. **106**, 195 (1920).
6. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 143, 1925 (русский перевод, Велдер, Медич. вопросы химич. войны, стр. 138, изд. «На варті», 1932).

Иодацетон

Формула: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{I}$. Мол. в.: 183,96.

Жидкость; при 11 мм кипит при 58,4°; уд. в. при 15° 2,17. Вес литра пара 7,65 г. Применялся в качестве боевого отравляющего вещества в мировую войну французами. Раздражающее действие приблизительно столь же сильное, как и хлорацетона, однако он токсичнее последнего.

Хлорацетофенон (фенацилхлорид)

Формула: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{Cl}$. Мол. в.: 154,51

.. **Получение.** Действием хлора на ацетофенон.

Свойства. Кристаллы; темп. пл. 59°; перегоняется без разложения; темп. кип. 247°; уд. в. при 15° 1,324. Вес литра пара 6,43 г. Давление паров очень низкое, при 0° лишь 0,0028. Мало растворим в воде (не выше 1‰); растворим в органических растворителях. Горячий раствор соды отщепляет галоид.

Общий характер токсического действия. Сильно раздражающее вещество, особенно для глаз, а также для незащищенной кожи.

Возможности отравления. Был предложен во время мировой войны американцами, однако не был применен. В настоящее время применяется (в буржуазных государствах — ред.) для полицейских целей в качестве «слезоточивого газа».

Явления отравления

1. У животных ². Собаки при действии более сильных концентраций обнаруживают сильное раздражение глаз, носа, зева, слезотечение. В дальнейшем появляются: одышка, рвота, дрожание,

тяжелое воспаление дыхательного горла и в некоторых случаях отек легких со смертельным исходом. Особенно повреждается роговица глаза; появляется помутнение ее, язвы и иногда стойкая слепота.

Лошади являются как будто более стойкими по отношению к хлорацетофенону, чем собаки.

2. У человека^{1,2}. Уже очень незначительные концентрации вызывают раздражение глаз, иногда также легкое воспаление нежных участков кожи. При более сильных концентрациях часто зрение возвращается к норме лишь через 24 часа. Иногда благодаря действию вещества имел место более длительный конъюнктивит. На непокрытой коже может появиться резкое покраснение, сопровождающееся сильнейшим жжением и очень быстро приобретающее темнокоричневую окраску; эти явления проходят уже через 24 часа. Концентрация 0,0003 мг/л, соответствующая приблизительно 0,05 части пара на миллион, уже вызывает раздражение глаз; таким образом хлорацетофенон является одним из сильнейших раздражающих веществ для глаз.

Литература

1. Hanslian, Der chemische Krieg, 2 Aufl, S. 36, 1928.
2. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 170, 1925 (русский перевод, Веддер, Медич. вопросы химич. войны, стр. 140, изд. «На варті», 1932).

Дополнительная литература

Touraine, Solente et Bernou, Bull. de la Soc. dermat. № 3, 406 (1933).
Черкес, Основы токсикологии боевых отравляющих веществ, 3-е изд., Киев (1936).

Органические кислоты

Введение карбоксильных групп в органические соединения уничтожает их наркотическое действие.

Вредное действие паров или пыли жирных и вообще органических кислот сравнительно незначительно; оно ограничивается большей частью лишь раздражением слизистых глаз и верхних дыхательных путей.

Наблюдающееся в отдельных случаях общее резорбтивное действие (например от действия щавелевой кислоты) вызывается особыми реакциями с тканями.

Муравьиная кислота

Формула: НСООН . Мол. в.: 46,02

Получение. Перегонкой муравьинокислого натрия с серной кислотой.

Свойства. Безводная жидкость, бесцветная, слегка дымящая, с острым запахом, затвердевает при 0° , плавится затем при $8,3^\circ$; темп. кип. 101° ; легко смешивается с водой и органическими растворителями. Пары воспламеняются; вес литра пара 1,91 г; бумага ими обугливается. Жидкая кислота вызывает на коже образование пузырей. Она обладает одновременно свойством кислоты и альдегида. В продаже имеется большей частью в виде 90%-ной кислоты. Официальная *acidum formicicum* представляет 25%-ный раствор.

Общий характер токсического действия. Раздражает слизистые оболочки.

Возможности отравления. При применении в текстильной промышленности, красильнях и т. д. вместо уксусной кислоты.

Явления отравления. Наблюдалось раздражение слизистых глаз и верхних дыхательных путей, гораздо более сильное, чем от уксусной кислоты.

Определение. Поглощение паров 0,1 N раствором щелочи и обратное титрование.

Уксусная кислота

Формула: CH_3COOH . Мол. в.: 60,03

Получение. Из древесного уксуса разложением полученного из него уксуснокислого кальция. Синтетически получается окислением уксусного альдегида, получаемого из ацетилена.

Свойства. Безводная уксусная кислота представляет собой прозрачную жидкость с острым кислым запахом; смешивается с водой и органическими растворителями в любых пропорциях. Затвердевает при низкой температуре; темп. пл. $16,6^\circ$; темп. кип. 118° ; уд. в. при 20° 1,0493. Пары легко воспламеняются; вес литра пара 2,50 г. В продаже имеются: уксусная кислота чистая не пищевая — 80%-ная и ледяная уксусная кислота — не менее 98%-ная; уксусная кислота химически чистая 98—100%-ная; уксусная эссенция 80%-ная (пищевая); в технике употребляется уксусная кислота большей частью 30- и 60%-ная.

Общий характер токсического действия. Раздражает слизистые оболочки.

Возможности отравления. При производстве самой кислоты; при применении ее в качестве протравы или растворителя в текстильной промышленности, в красильнях, в производстве линолеума и т. д.; при производстве ацетатов целлюлозы.

Явления отравления

1. У животных¹. 30—36 мг/л, соответствующие приблизительно 12 000—14 500 частям пара на миллион, вызвали лишь кислую реакцию слизистой у входа в нос. Концентрации от 47 до 86 мг/л, соответствующие приблизительно 19 000—35 000 частям пара на миллион, вызвали гиперемию слизистой дыхательного горла и кислую реакцию ее до входа в бронхи, но перенесены без тяжелых симптомов (Ямада).

2. У людей. Человек очевидно чувствительнее к уксусным парам, чем животные. Рабочие, вновь поступившие на уксусные заводы, жалуются на раздражение слизистых, особенно конъюнктивы глаз.

Воздух, содержащий 2—3 мг/л, соответствующие 800—1 200 частям пара на миллион, вызывает столь сильное раздражение, что может переноситься не дольше 3 мин.: абсорбция паров по видимому полная (Ямада).

Определение. Аналогично муравьиной кислоте.

Качественно сходно с уксусной кислотой действуют пары уксусного ангидрида $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, прозрачной, как вода, жидкости с острым запахом; темп. кип. 140° ; уд. в. при 20° 1,082; вес литра пара 4,24 г. Имеет особенно широкое применение при производстве ацетилцеллюлозы. Пары уксусного ангидрида гидролизуются в тканях, а также под влиянием атмосферной влаги, образуя уксусную кислоту. Действие уксусной кислоты *in statu nascendi* сильнее, чем в обычном состоянии.

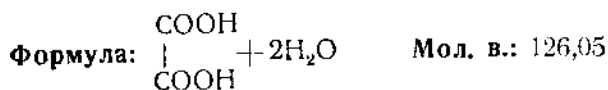
Литература

Yamada, Arch. f. Hyg., 61, 57 (1908)

Дополнительная литература

- Rousset, Médic. du travail № 3, 76 (1931). Bull. de la Soc. franç. de dermatol. № 7, 1226 (1931).
 Куприц, Гиг. труда № 1, 80 (1925).
 Шендер, Профессиональные болезни носа, горла и уха, Ленинград 1926.

Щавелевая кислота



Получение. Разложением щавелевокислого кальция с помощью серной кислоты.

Свойства. Кристаллы; темп. плавл. $101,5^\circ$; уд. в. при $18,5^\circ$ 1,653. При 100° теряет кристаллическую воду; возгоняется при осторожном нагревании до 150° не разлагаясь; темп. пл. безводной кислоты $189,5^\circ$. Вес литра пара 5,25 г.

Общий характер токсического действия. Вдыхание пыли вызывает, повидимому, преимущественно местное раздражение; редко лишь имеется общее резорбтивное действие.

Возможности отравления. Вследствие вдыхания пыли при производстве, при применении для чистки металлов, в красильнях, в прачечных, на производстве соломенных шляп.

Явления отравления. В острых случаях сильнейшее раздражение и воспаление доступных воздействию слизистых оболочек. При длительной работе наблюдаются хрупкость ногтей, поражения сосудов, застой крови в руках, иногда также сердечные расстройства и судороги (заплатывание пыли?). См. также «Хлористый оксалил».

Дополнительная литература

- Carozzi, Acide oxalique. Hygiène du travail № 36, Genève (1925)
 Howard, Journ. ind. Hyg. № 8, 283. (1932).
 Pohl, Toxische Säuren der aliphatischen Reihe в Heftler, Handbuch d. exper. Pharmakol. Bd. 1, 860, Berlin (1923).
 Kober и Hanson, Профессиональные отравления, 274, Москва (1925).

Бензойная кисло

Формула: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$. Мол. в.: 122,05

Получение. Посредством гидролиза бензотрихлорида.

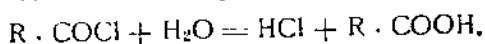
Свойства. Белые кристаллы, темп. пл. 122° , темп. кип. $249-250^\circ$. Возгоняются уже при 145° , более медленно при низкой температуре. Вес литра пара 5,08 г. Легко улетучивается с водяными парами.

Общий характер токсического действия. Умеренной силы раздражающее вещество для дыхательных путей.

Явления отравления. Вдыхание паров вызывает в зависимости от концентрации более или менее сильный кашель, чихание, без дальнейших серьезных последствий.

Хлорангидриды кислот

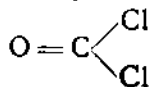
Действие вдыхаемых в виде паров хлорангидридов кислот зависит от их омыляемости. На влажной слизистой они разлагаются на хлористый водород и соответствующую кислоту:



Оба эти вещества, полученные *in statu nascendi*, оказывают более сильное раздражающее действие, чем равные количества хлористого водорода и кислоты в обычном состоянии.

В общем сила действия хлорангидридов кислот соответствует их летучести. Наименьшее количество паров, которое может при вдыхании в течение одной минуты стать непереносимым для нормального человека, составляет для хлористого ацетила 66 мм^3 жидкости на 1 м^3 , или $0,075 \text{ мг/л}$, что соответствует приблизительно 23 частям пара на миллион, а для хлористого бензоила 85 мм^3 жидкости на 1 м^3 , или $0,103 \text{ мг/л}$, что соответствует приблизительно 18 частям пара на миллион.

В общем хлорангидриды высших органических кислот являются не особенно опасными веществами. Наоборот, хлорангидриды неорганических кислот действуют сильно. Особенно ядовитыми являются хлорангидрид угольной кислоты, фосген



и хлористый оксалил



Действие этих двух веществ нельзя объяснить одним лишь простым гидролизом их в тканях, скорее повидимому здесь играет решающую роль действие всей молекулы и исключительно большая способность этих веществ к реакциям.

Хлорокись углерода (хлорангидрид угольной кислоты)

См. «Фосген».

Хлористый тионил (хлорангидрид сернистой кислоты)

См. «Группа серы».

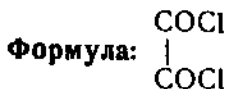
Хлористый нитрозил (хлорангидрид азотистой кислоты)

См. «Группа азота».

Хлорокись фосфора (хлорангидрид фосфорной кислоты)

См. «Группа фосфора».

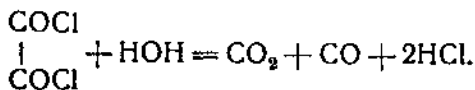
Хлористый оксалил



Мол. в.: 126,91

Получение. Действием хлорокиси фосфора и пятихлористого фосфора на щавелевую кислоту.

Свойства. Жидкость, темп. кип. 64° . Вес литра пара 5,28 г. Вода расщепляет его согласно уравнению:



Общий характер токсического действия. Газ, раздражающий легкие, с резорбтивным действием, особенно на сердце.

Механизм действия. Несомненно вначале действует всей молекулой. Действие его на сердце можно вероятно приписать осаждению извести внутри тканей. Известь осаждается щавелевой кислотой, образующейся при гидролизе хлористого оксалила. Гипотеза Гербиса, согласно которой действие хлористого оксалила следует приписать расщеплению его на окись углерода и фосген, мало вероятна. По крайней мере вне организма такое расщепление наступает лишь при 600° или при нагревании с энергично отнимающими воду веществами, как например хлористым алюминием.

Возможности отравления. При получении.

Явления отравления. Единственное, до сих пор известное отравление описывает Гербис: после однократного вдыхания незначительных количеств вещества вся еда в течение многих дней имела привкус едкого дыма, что повело к расстройству аппетита. Других страданий в течение ближайших 7—10 дней не отмечалось. Позднее появился сильный ночной кашель и одышка, днем же эти явления совершенно отсутствовали. Наблюдалось сильное утомление, шум в голове, учащение дыхания после сравнительно незначительных усилий; сердце было расширено; пульс учащен. Имелась также тошнота; в двух случаях рвота и понос. Наблюдалось и расстройство зрения: разноцветные круги вокруг всех ламп, объективно нельзя было отметить никаких повреждений глаз. Через 4 недели наступило улучшение; остались лишь учащенное дыхание и сердцебиение после незначительных напряжений.

Определение. Пропускание через 0,1 *N* раствор щелочи и обратное титрование.

Литература

Gerbis, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F., 6, 293 (1929).

Цианистые соединения

Прототипом всех токсичных цианистых соединений является цианистый водород — необыкновенно сильный яд, вызывающий быстро удушение вследствие паралича клеточного дыхания.

Все цианистые соединения, отщепляющие или образующие в организме цианистый водород, качественно оказывают в основном одинаковое действие.

Галоидные соединения циана обладают кроме того еще сильным раздражающим действием.

Цианистые эфиры муравьиной кислоты в слабых концентрациях токсичнее, чем это соответствовало бы отщепленному от них цианистому водороду; они токсичны в разведениях, в которых синильная кислота уже не действует.

Кальций-цианамид (азотистая известь) CaCN_2 отщепляет в организме при вдыхании его пыли цианамид CN-NH_2 , последний вызывает преимущественно расстройства кровообращения и дыхания. Кожные поражения от цианамид кальция следует преимущественно приписать содержащейся в нем едкой извести.

Изоцианистые соединения (изонитрилы) обнаруживают по сравнению с соответствующими цианидами меньшую токсичность, и здесь введение галоида усиливает раздражающее действие. Этим сильным раздражающим действием обладают также изосульфоцианиды (горчичные масла).

Цианистый водород (синильная кислота, нитрил муравьиной кислоты)

Формула: HCN. Мол. в. 27,02.

Получение. Из цианистых щелочных солей действием 50%-ной серной кислотой.

Свойства. Бесцветная, легко подвижная жидкость с характерным слегка царапающим запахом; уд. в. при 18° 0,697; темп. кип. 25—26°; темп. замерзания —14,2°. Вес литра пара 1,12 г. Легко растворима в воде, спирте, эфире. Вещество стойкое только в чистом виде. Жидкая синильная кислота иногда дает взрывы с образованием газов, преимущественно аммиака и окиси углерода и черной угольной массы в остатке.

Возможности отравления ^{2: 10; 11; 13}. Везде, где работают с синильной кислотой и цианистыми солями; из последних даже углекислота воздуха может выделить синильную кислоту, например при производстве цианистых соединений; при переработке барды; на газовых заводах, особенно при действии воздуха на содержащую до 25% циана массу для очистки газа ⁹; при добывании золота с помощью цианистых солей; при связывании атмосферного азота цианамидным способом; в гальванопластике и гальваностегии, особенно при ваннах с большой поверхностью ¹⁸; при действии углекислоты атмосферного воздуха на цементный порошок.

Подобным же образом могут иметь место отравления при работе с жидкостями, содержащими цианистые соли, например при чистке золота цианистым калием ²⁰, при чистке и серебрении приборов, при применении средств, содержащих цианистые соли, для чистки парчевой обуви ²¹ и т. д.

Все же промышленные отравления синильной кислотой сравнительно редки.

Однако с появлением современных, получающих все более широкое распространение, методов борьбы с вредителями с помощью синильной кислоты появился новый источник отравления. См. также раздел «Борьба с вредителями».

При наблюдаемых иногда отравлениях некоторыми канализационными газами (отходы с заводов цианистых солей ²⁰) играют роль смешанные отравления с участием сероводорода ²¹.

Аналогичные смешанные отравления могут например случаться на кожевенных заводах, при применении «газовой извести», получаемой на газовых заводах в качестве побочного продукта, при горении целлулоида и др. См. раздел «Смешанные отравления».

Общий характер токсического действия. Парализует внутреннее дыхание тканей, задерживая ферментативные и окислительные процессы, и таким образом вызывает остановку дыхания (Гепперт). Задержка дыхания является до некоторой степени обратимым процессом.

Механизм токсического действия. Повидимому паралич тканевого дыхания получается главным образом благодаря тому, что синильная кислота входит с содержащим железо дыхательным ферментом живых клеток (Варбург) в соединение, лишшающее его активности; таким образом ткани теряют способность поглощать кислород. Дальнейшим последствием этого является кратковременное возбуждение, а затем быстро следует паралич всех важных для жизни центров и прежде всего дыхательного центра.

Однако остановка внутреннего дыхания продолжается лишь пока имеется еще синильная кислота в клетках. По удалении ее с помощью

искусственного или нормального дыхания тотчас же появляется вновь нормальное дыхание клеток. Это имеет место до тех пор, пока нет паралича дыхания и остановки сердечной деятельности. Чем продолжительнее действие яда, тем труднее восстановить поврежденные ферменты.

Венозная кровь при отравлении синильной кислотой получает яркокрасную окраску; это вызвано тем, что кислород артериальной крови не поглощается больше тканями, и таким образом кровь переходит в вены в том же артериальном составе.

Яркокрасный цвет трупных пятен, наблюдающийся часто при отравлении синильной кислотой, приписывают посмертному окислению крови вследствие притока кислорода.

Вне организма синильная кислота с трудом лишь соединяется с гемоглобином, но легко соединяется с метгемоглобином, образуя цианметгемоглобин. В организме соединение синильной кислоты с гемоглобином появляется лишь при наличии метгемоглобина, т. е. обычно лишь в качестве посмертного явления. Для отравления синильной кислотой эта реакция не имеет практического значения.

В организме синильная кислота быстро разрушается с образованием неядовитых продуктов, особенно сульфоциановых (роданистых) соединений.

Отравляющее действие синильной кислоты гораздо меньше зависит от абсолютного количества ее, чем от концентрации; продолжительность дыхания имеет сравнительно небольшое значение.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных^{1; 5, 6; 7; 25, 32}. Симптомы острого отравления синильной кислотой у всех высших животных одинаковы: сначала ускоренное, затем затрудненное дыхание, паралич, боковое положение, бессознательное состояние, судороги, симптомы удушья, остановка дыхания, смерть. У кошек, собак и обезьян наблюдается также, как правило, рвота.

Кошки и собаки. Концентрации выше 0,35 мг/л, соответствующие приблизительно 315 частям газообразной синильной кислоты на миллион, быстро вызывают смерть; приблизительно через 2 мин., а при более высоких концентрациях еще быстрее, наступает остановка дыхания, за ней 5—10 мин. спустя паралич сердца; остановка дыхания продолжается и после перевода животного в чистый неотравленный воздух; однако искусственное дыхание может спасти еще жизнь. В случае удачного оживления вновь появляются первоначальные симптомы отравления, но в обратном порядке (обратное отравление). При концентрации ниже 0,35 мг/л остановка дыхания наступала соответственно позже; например у кошек и собак при концентрации 0,125 мг/л, соответствующей приблизительно 115 частям на миллион, лишь спустя приблизительно полчаса. Все же и при этой концентрации через 5—15 мин. появляются тяжелые симптомы (рвота, бессознательное состояние, судороги, расстройство дыхания). Выздоровление наступает медленнее, чем при более высоких концентрациях с более коротким периодом действия, очевидно вследствие того, что повреждение ферментов в тканях с увеличением времени воздействия яда труднее поддается восстановлению. Концентрация 0,2 мг/л, соответствующая приблизительно 180 частям на миллион, является в общем для кошек низшим пределом абсолютно смертельной концентрации.

Концентрация в 0,1 мг/л, соответствующая приблизительно 90 частям на миллион, переносится часто часами без остановки дыхания.

Однако в этих случаях уже через несколько минут наступает бессознательное состояние с медленным судорожным глубоким дыханием, от времени до времени прерываемым легкими судорогами. Это состояние может оставаться очень долго и без изменений, но в результате оно влечет за собой столь тяжелое общее поражение, что впоследствии все же наступает смерть, несмотря на удаление из отравленной атмосферы и соответствующее улучшение дыхания: ярко-красная кровь таких животных, обыкновенно погибающих в течение первых 15 час. после отравления, показывает, что паралич окислительных ферментов может продолжаться гораздо дольше, чем само вдыхание яда, хотя бы расстройство дыхания как таковое удалось быстро прекратить.

При концентрациях 0,07—0,04 мг/л, соответствующих приблизительно 65—35 частям на миллион, резко проявляются индивидуальные различия. Некоторые животные могут часами не обнаруживать никаких симптомов, однако большей частью животные реагируют — иногда лишь после длительного действия яда — рвотой, судорогами, бессознательным состоянием и расстройством дыхания. После вдыхания свежего воздуха животные очень быстро приходят в себя. При затаившемся более 2 час. действии и в этих случаях может наступить смерть.

Концентрации ниже 0,035 мг/л, соответствующие приблизительно 30 частям на миллион, могут считаться совершенно безопасными, даже при длительном воздействии. Лишь в исключительных случаях у больных либо особо расположенных особей могут наблюдаться симптомы отравления.

Из прочих видов животных обезьяна оказывается повидимому при концентрациях от 0,1 до 0,14 мг/л, соответствующих приблизительно 90—125 частям газообразной синильной кислоты на миллион, несколько менее чувствительной, чем собака и кошка.

Мыши переносят концентрации до 0,044 мг/л, что соответствует 40 частям на миллион, в течение 7 час. без серьезных симптомов. При повышении концентрации через несколько минут появлялась одышка, затем паралич и наконец смерть. Смерть при концентрации 0,05 мг/л, соответствующей приблизительно 45 частям на миллион, наступает в течение 2½—4 час.; при 0,12 мг/л, что соответствует 110 частям на миллион, приблизительно спустя ¾ часа; при 1,45 мг/л, что соответствует приблизительно 1300 частям на миллион, в течение 1—2 мин.

В общем белые мыши несколько чувствительнее к синильной кислоте, чем кошки⁵ (см. рис. 38).

Крысы устойчивее к яду, чем мыши. При действии 0,12 мг/л, соответствующих 110 частям на миллион, смерть наступала лишь приблизительно через 1½ часа⁵.

Заметно менее чувствительны к вдыханию синильной кислоты, чем все упомянутые виды животных, кролики. Смертельная концентрация у них начинается лишь приблизительно с 0,35 мг/л, что соответствует 315 частям на миллион. Ниже 0,13 мг/л, или приблизительно 120 частей на миллион, кролики вообще не обнаруживают уже никаких симптомов отравления.

Вероятно еще менее чувствительными к синильной кислоте, чем кролики, являются морские свинки: они переносят 0,23 мг/л, или 200 частей на миллион, в течение 1½ часов без всяких признаков заболевания; смертельная концентрация у них начинается лишь приблизительно с 0,35 мг/л, что соответствует примерно 315 частям на миллион⁶.

Незначительная сравнительно чувствительность упомянутых выше двух видов животных обусловлена также вероятно особенно сильно у них выраженным защитным дыхательным рефлексом; поэтому же возможно у них как раз и получаются неоднородные результаты опытов, обнаруживающие большие колебания.

Наоборот, очень чувствительны, примерно как кошки, к вдыханию синильной кислоты голуби: 0,125—0,150 мг/л, соответствующие 115—135 частям синильной кислоты на миллион, вызывают смерть не позже, чем через $\frac{1}{4}$ часа⁵.

Характерным симптомом для заключения о токсичности вдыхаемой синильной кислоты для различных видов животных является длительное боковое положение (т. е. падение животных после которого они больше не поднимаются).

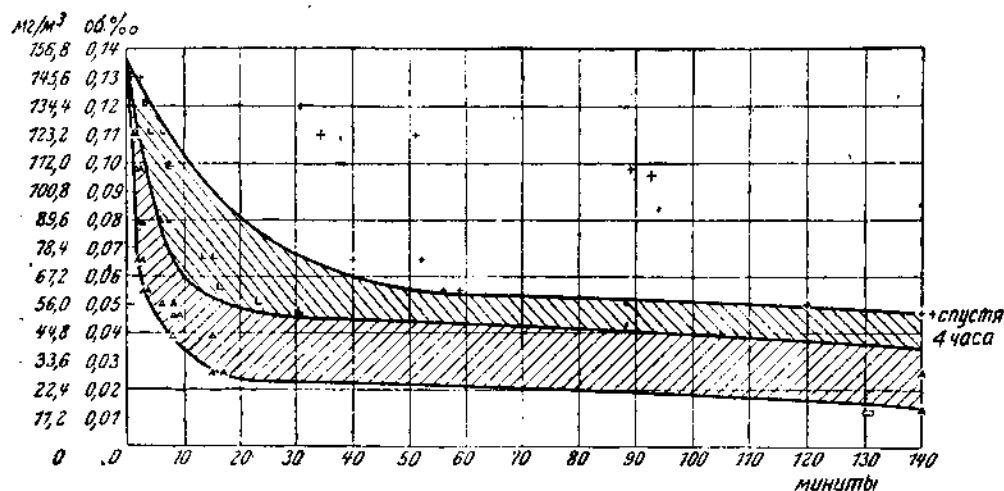


Рис. 38. Действие синильной кислоты на белых мышей

л — одышка; L — паралич (боковое положение, неспособность к бегству); + смерть во время опыта; 1 об. % = 1,12 мг HCN/л.

Нижеприведенная таблица (стр. 534) показывает через сколько минут в среднем при различных концентрациях синильной кислоты это длительное боковое положение наступало.

Относительно неоднородных данных у кроликов и морских свинок см. выше. У собак играет несомненно роль величина и порода подопытных животных.

По поводу действия синильной кислоты на низших животных, особенно насекомых, имеются многочисленные исследования.

У насекомых (кошенилевых червецов) при борьбе с вредителями наблюдалось постепенное развитие устойчивости к синильной кислоте; газации, раньше дававшие 98—100% успеха, через некоторое время при прочих равных условиях стали давать 80—85% успешных результатов²². Повидимому со временем возникла устойчивая к синильной кислоте генерация кошенилевых червецов. См. также раздел «Борьба с вредителями».

2. У человека. При остром отравлении вследствие длительного вдыхания синильной кислоты отмечают обычно четыре стадии:

а) Начальная стадия. Увеличивающееся местное раздражение слизистых глаз, зева и верхних дыхательных путей, чувство

Длительное боковое положение при различных концентрациях синильной кислоты
(в минутах)

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Мышь	Крыса	Морская свинка	Кролик	Кошка	Собака	Обезьяна	Голубь
0,05	45	30	—	—	—	25	15	—	—
0,06	54	14	—	—	—	22,5	35	—	—
0,07	63	14	—	—	—	11,5	—	—	—
0,09	82	7 ¹ / ₂	—	—	—	10	—	—	—
0,100	91	—	—	—	—	7,5	3	—	—
0,125	113	8	—	—	—	—	7	—	—
0,130	118	3	—	—	—	6	—	—	5
0,140	127	3 ¹ / ₄	9 ¹ / ₂	—	20	5	6 ¹ / ₂	12	—
0,150	136	—	—	—	—	—	—	—	9
0,160	145	—	—	—	—	—	10 ¹ / ₂	—	9
0,185	168	—	—	—	16	—	—	—	—
0,200	181	—	—	—	3 ³ / ₄	3*	8	—	—
0,225	204	—	5	—	7 ¹ / ₂	—	5	—	—
0,300	272	—	—	5	15	—	—	—	—
0,320	290	—	—	10	—	—	—	—	—
0,350	315	—	—	10 ¹ / ₂	—	—	—	—	—
0,360	325	—	—	—	4	—	—	—	—
0,430	390	—	—	—	—	2	—	—	—
0,700	635	—	—	—	—	1	—	—	—
1,000	9 000	—	—	3	—	55 сек.	—	—	—
1,100	10 000	—	—	2	—	—	—	—	—

жжения на языке, своеобразный металлический царапающий вкус во рту и зеве. Выдыхаемый воздух пахнет синильной кислотой, чувство давления в области виска, чувство сжатия в груди, головокружение, пошатывание, рвущая головная боль; тошнота, рвота, позывы на низ; дыхание вначале учащенное, затем глубокое, прилив крови к голове, сердцебиение.

б) Астматическая стадия. При постепенно нарастающей слабости внезапное замедление дыхания, в то же время сравнительно хорошая сердечная деятельность; сильная одышка; судороги и бессознательное состояние еще отсутствуют.

с) Конвульсивная стадия. Чувство страха и одышка увеличиваются; сознание теряется, появляются тонические и клонические судороги.

д) Асфиктическая стадия. Зрачки расширены, дыхание становится все поверхностнее и наконец прекращается. Быстро наступает смерть.

Влияние концентрации. Как уже выше было упомянуто, сила действия синильной кислоты зависит прежде всего от вдыхаемой концентрации.

Незначительные концентрации (около 0,05 мг/л, соответствующие 45 частям на миллион) вызывают лишь головную боль, тошноту, рвоту, сердцебиение; эти симптомы через некоторое время исчезают. Более высокие концентрации около 0,1 мг/л, соответствующие 90

* Иногда спустя лишь 12—27 мин.

частям на миллион, уже опасны для жизни или вызывают быстро смерть. При средних концентрациях первые симптомы появляются лишь через несколько минут. Смерть по большей части наступает в течение одного часа. Если в течение этого времени дыхание не прекратилось, то спасение еще возможно. Случалось однако, что смерть наступала после 24 час. Высокие концентрации (около 0,3 мг/л, что соответствует приблизительно 270 частям на миллион) вызывают быстро смерть: отравленный внезапно падает, при сильнейшем чувстве сдавления, часто со вскриком, так называемым «гидроцефалическим криком» (Левин); появляются судороги, через несколько минут дыхание прекращается и через 6—8 мин. наступает смерть.

На вскрытии при остром отравлении синильной кислотой наблюдаются обычные явления удушья: жидкая кровь, гиперемия мозговых оболочек, кровоизлияния. В мозгу как будто ясно ощущается запах синильной кислоты, то же и в легких; при надавливании на туловище этот же запах ощущается и изо рта. Кровь трупа, как правило, яркокрасная. Относительно цвета трупных пятен см. также выше. Трупы часто обнаруживают незначительное медленное гниение. Степень токсичности вдыхаемой синильной кислоты для человека примерно такая же, как и для обезьян, собак и кошек.

Токсичность вдыхаемой синильной кислоты по Леману и Гессу

Экспозиция и действие	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
Немедленная смерть	0,3	270
В течение 1/2—1 час., смерть немедленно или позднее . .	0,12—0,15	110—135
В течение 1/2—1 час., опасно для жизни (Гесс)	0,12—0,15	110—135
1/2—1 час. без непосредственных и более поздних последствий	0,05—0,06	45—54
Действует лишь при вдыхании в течение многих часов (Гесс)	0,02—0,04	18—36
Переносится в течение 6 час. без серьезных симптомов .	0,02 (—0,04)	18 (—36)

По Леману вдыхание 1 мг/л синильной кислоты абсолютно смертельно для человека.

Запах синильной кислоты, напоминающий по свидетельству многих «горький миндаль», многими людьми не воспринимается; большинство чувствует лишь царапание в горле.

Понижения чувствительности не наблюдается; иногда скорее наблюдается повышенная чувствительность.

Редко лишь наблюдается идиосинкразия, при которой симптомы начальной стадии отравления появляются уже после самых незначительных, обычно совершенно не действующих концентраций.

Явлений последствия после кратковременного отравления лиц с самым разнообразным расположением к яду не было отмечено⁵.

Отравление вследствие введения яда через кожу. Отравления си-

нильной кислотой могут получиться также благодаря действию ее через нормальную неповрежденную кожу.

1. У животных. У морских свинок пары синильной кислоты быстро резорбировались через бритую кожу живота. Смерть в таких случаях наступала уже приблизительно через 8 мин.

Собаки подвергались действию паров синильной кислоты в условиях динамической затравки в камере, причем голова животного находилась вне камеры. Заднепроходное и генитальное отверстия были закрыты с помощью коллодия и ваты, кроме того голову обтекала сильная струя воздуха для устранения вдыхания синильной кислоты. Смотря по концентрации собаки погибали в течение 1 часа, иногда же лишь через несколько часов. Концентрация в 5,5 мг/л, соответствующая приблизительно 5000 частям на миллион, переносилась в течение 3 час. без вреда^{21, 4}.

У кошек нанесение на кожу 1 мг/кг оказывало смертельное действие³⁰.

Лошади, подвергавшиеся для лечения от чесотки действию паров синильной кислоты, несмотря на защиту их органов дыхания, погибли при явлениях отравления синильной кислотой, раньше чем хоть сколько-нибудь заметно могли пострадать клещи в коже^{19; 33}; болезненные изменения кожи, причиненные клещом, несомненно способствовали в данном случае резорбции яда через кожу.

У лягушек синильная кислота проходит особенно легко через влажную кожу².

2. У человека. Уже после 2—5-минутного пребывания в атмосфере, содержащей 1 объемн. процент синильной кислоты (что соответствует приблизительно 11 мг/л, или 10 000 частей пара на миллион), конечно при одновременной защите органов дыхания, появились следующие симптомы: чувство жара во всем организме, особенно в затылке и ниже, покраснение глаз и открытых частей кожи, прилив крови к голове, сердцебиение, ускоренный пульс. Вся кожа имела по выходе из атмосферы синильной кислоты красно-белый мраморный вид. Как поздние последствия могут появиться еще спустя много часов головная боль, озноб, тошнота, рвота, затем чувство слабости, ненормальное утомление, тяжелый («свинцовый») сон в ближайшую ночь.

Аналогичные явления наблюдал Шютце²⁴, когда он подвергал лишь одну свою руку действию газообразной синильной кислоты. 0,6 объемн. процента, что соответствует приблизительно 6,6 мг/л, переносится без всяких жалоб в течение 50 мин.; при 2,2%, соответствующих приблизительно 24 мг/л, опыт пришлось через 27 мин. прервать вследствие чувства слабости; точно так же при 5,5%, соответствующих приблизительно 60 мг/л, опыт был прекращен через 22 мин. вследствие сильного пощипывания в подвергавшейся действию руке; 3 часа спустя появилась в голове тяжесть, как с похмелья.

Высокие температуры, а также потение благоприятствуют резорбции синильной кислоты через кожу.

Более продолжительное пребывание в атмосфере, содержащей 1 объемн. процент, что соответствует приблизительно 11 мг/л, синильной кислоты или больше, даже при защите органов дыхания противогазом следует считать опасным для здоровья, иногда даже для жизни. Одновременное присутствие раздражающего вещества (см. «Циклон» в разделе «Борьба с вредителями») повышает опасность вследствие вызываемого раздражающим веществом расширения сосудов, что благоприятствует резорбции синильной кислоты.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. По Риду²³ хронического отравления не удается вызвать в опытах на животных.

2. У человека. Взгляды расходятся. По Риду²³ при так называемых хронических отравлениях мы повидимому имеем дело скорее с индивидуальной чувствительностью. По Кельшу¹⁴ хронические отравления синильной кислотой встречаются, во всяком случае, не часто. Они не наблюдались также в мастерских по гальванизации, хотя в воздухе их ощущался запах синильной кислоты и даже определялся химически (0,1 мг/л, что соответствует 90 частям на миллион). Отмечен лишь один случай кожной сыпи (Acne rosacea), которая может быть отнесена за счет действия синильной кислоты¹⁵.

Гассельман¹¹ также не мог определить у лиц, годами работавших с синильной кислотой, какое-либо кумулятивное действие; однако он нашел несколько увеличенным число кровяных шариков, а также и число базофильных лейкоцитов.

Цангер²⁴ оставляет вопрос о хронических отравлениях синильной кислотой открытым.

На производстве цианидов и синильной кислоты ничего не известно о хронических поражениях.

Приписываемые хроническому отравлению симптомы весьма изменчивы; большей частью имеются сильные головные боли, тошнота, чувство давления в груди и в области желудка, особенно к вечеру, т. е. отчасти страдания, свойственные неврастениям¹⁸.

Диагноз острого отравления синильной кислотой: потеря сознания, быстро наступающая одышка, головокружение, слабость, тошнота и рвота, сравнительно «розовый» вид, так называемый «запах горьких миндалей».

В случаях отравления нитробензолом, при котором такой же запах очень заметен, губы окрашены в темновинный цвет, и течение отравления гораздо медленнее; имеется сильный цианоз кожи.

Терапия. При остром отравлении синильной кислотой помощь часто запаздывает вследствие крайне быстрого действия яда. Симптоматически: попытки возбуждения сердечной деятельности и дыхания лобелином или кофеином, а также адреналин интракардиально или интравенозно; в крайнем случае — кофе; камфора в последнее время отвергается. Искусственное дыхание и введение кислорода с углекислотой. См. кроме того раздел «Лечение газотравленных» («Удушающие газы»).

О значении у человека так называемых специфических обезвреживающих синильную кислоту средств пока ничего определенного сказать нельзя.

Были рекомендованы инъекции гипосульфита, который как будто превращает в организме синильную кислоту в безвредное роданистое соединение. Имеются благоприятные отзывы о применении этого средства на практике. Однако, как показал Форт⁸, разложение гипосульфита происходит в организме слишком медленно для того, чтобы необходимая для образования роданистого соединения сера могла своевременно освобождаться. Опыты Гейбнера также не дали многообещающих данных для практического применения гипосульфита. Несмотря на это в соответствующих случаях его необходимо испытать (интравенозные инъекции, граммами; в случае необходимости повторю). Лучшее оказались в опытах на животных инъекции коллоидальной серы²⁵. Вливание глюкозы оказалось недостаточным для задержания парализующего окислительные процессы действия синильной кислоты. Все же полученное благодаря глюкозе

улучшение в состоянии отравленных синильной кислотой животных⁵ заставляет предполагать, что это действие обусловлено образованием в организме из глюкозы соответствующего промежуточного продукта. Этим промежуточным соединением является по Форсту диоксиацетон, имеющий торговое название оксантин. Оксантин вместе с коллоидальной серой дали полное излечение при интравенозном применении на мышах, обнаруживших по введению 9—10-кратной токсической дозы полное отсутствие рефлексов. Не исключена возможность перенесения этих опытов с животных на человека*.

Профилактика. Специальный противогаз (ср. раздел «Противогазовая защита»). Незащищенные противогазом лица не должны входить в помещения, содержащие больше 0,06 мг/л синильной кислоты, что соответствует приблизительно 50 частям на миллион. Следует также избегать более длительного пребывания даже в противогазах в концентрациях выше 1 объема процента синильной кислоты. Ср. раздел «Борьба с вредителями».

В отношении мер охраны труда в производствах, связанных с действием синильной кислоты, см. п. 44 «Общих обязательных постановлений об устройстве и содержании промышленных заведений», утвержденных НКТ СССР 29/I 1926 г. за № 221/309 (измен. и дополн. пост. НКТ СССР 30/X 1929 г. № 346) в разделе «Советское законодательство по охране труда и предупреждению отравлений».

Индикация. Чувствительнее всего метод Пертузи-Гастальди, видоизмененный по Сивертсу-Гермелдору. Раствор I: 2,86 г уксуснокислой меди в 1 л воды; раствор II: 475 см³ насыщенного раствора бензида в уксусной кислоте и 525 см³ воды. Растворы следует хранить отдельно, по смешении же не больше 14 дней.

Для пользования смешивают оба раствора в равных объемах и полученной смесью смачивают полоски фильтровальной бумаги. Чувствительность реакции видна из приведенной таблицы.

Чувствительность индикатора на цианистый водород²⁸

HCN		Окраска бумажки, только что смоченной реактивом, через 7 сек.
мг/л	Частей на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	
0,070	63	резко синяя
0,062	56	резко синяя
0,046	42	умеренно до слабо синей
0,038	34	умеренно до слабо синей
0,022	20	очень слабо синяя
0,015	13	очень слабо синяя
0,007	6	не окрасилась

* В последнее время предложен ряд новых средств для профилактики и лечения отравления синильной кислотой. Из них в первую очередь заслуживают упоминания нитриты (например нитрит натрия) и метиленовая синька, которые в опытах на животных дали вполне благоприятные результаты. *Ред.*

По Смольчику и Коблеру²⁹ эта реакция гораздо чувствительнее, чем показано выше. Они получили следующие данные:

Чувствительность индикатора на цианистый водород²⁹

Объемн. %	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³)	Наблюдения	
			запах	бензидинацетатная бумага
0,1	1,1	1 000	очень сильный	немедленно синее окрашивание
0,01	0,11	100	сильный	то же
0,001	0,011	10	отчетливый	через 6 сек. черно-синее, через 40 сек. васильково-синее окрашивание
0,0001	0,0011	1	слабо заметный	через 25 сек. потемнение, через 1 мин. слабосинее, через 1 мин. 45 сек. заметное синее окрашивание

Как видно из этой таблицы, при концентрации, соответствующей порогу токсического действия, сильное синее окрашивание появляется уже через 6 сек. Запах при этом отмечен как «отчетливый». Так как однако многие люди, как уже было упомянуто, вообще не ощущают запаха синильной кислоты, то здесь, как и при сероводороде, одно лишь объективное обнаружение дает достоверные данные.

Температура для появления реакции совершенно безразлична; присутствие аммиака и формальдегида не мешает реакции и придает лишь окраске зеленоватый оттенок. Однако реакция не специфична, так как она может быть также вызвана окислителями.

Менее резким, но достаточным для практических целей является применяемый большей частью в Америке метод Шеррарда²⁷. Раствор I: 20 г хлористой ртути в 1 л; раствор II: 10 г метилоранжа в 1 л. Для пользования смешивают 20 частей раствора I и 10 частей раствора II, прибавляют 1 часть глицерина и этой смесью смачивают полоски фильтровальной бумаги. В присутствии синильной кислоты бумажка окрашивается в оранжевый цвет вплоть до интенсивно красного.

Определение. Лучше всего по Виланду⁷. Воздух, содержащий синильную кислоту, пропускают через маленькую колбу с раствором иода, смешанным с небольшим количеством крахмала и раствором двууглекислого натрия. Из градуированной пипетки, соответствующим образом присоединенной к колбе, выпускают до тех пор воду, пока раствор иода не обесцветится. Объем вынушенной из пипетки воды соответствует объему пропущенной через колбу смеси синильной кислоты с воздухом.

При концентрации синильной кислоты, равной от 0,1 до 0,5%, достаточно 10 см³ 0,001 N раствора иода, 1 см³ 1%-ного раствора двууглекислого натрия и 10 капель 0,5%-ного раствора крахмала. Содержание синильной кислоты в воздухе в миллиграммах на литр равно в таком случае отношению 135 к пропущенному объему газа в кубических сантиметрах:

$$\text{HCN} + 2\text{I} = \text{ICN} + \text{HI}; \quad 1\text{I} = \frac{\text{HCN}}{2} = 13,5.$$

При очень малых концентрациях берут соответственно меньшее количество раствора иода; конечно при этом должно быть пропущено большее количество воздуха. Например при содержании 0,01 мг синильной кислоты в литре воздуха (около 0,001 объемн. %) необходимо при наличии 1 см³ 0,001 *N* раствора иода пропустить через раствор для анализа 1350 см³ воздуха, содержащего синильную кислоту.

Предложенный Шварцом и Декертом²⁸ метод (в помещении, содержащем пары вещества, в различных местах и на различной высоте размещаются таблетки с патронной известью и силикагелем и поглощенная ими синильная кислота затем титруется) дает лишь приблизительные результаты с колебанием в 10—20% и требует еще дальнейшей практической проработки.

Литература

1. Ahlmann, Diss. Würzburg 1905.
2. Brinley, Biol. Bull. **53**, 365 (1927).
3. Degesch (Dtsch. Ges. f. Schädlingsbekämpfung, Frankfurt a. M.) (Частное сообщение).
4. Drescher, Diss. Würzburg 1920.
5. Dschang, Diss. Würzburg 1928.
6. Flury, Ztschr. exper. Med. **13**, 13 (1921).
7. Flury u. Heubner, Biochem. Ztschr. **95**, 249 (1919).
8. Forst, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **128**, 150 (1928).
9. Goldschmidt, Weyls Handbuch der Hygiene, Bd. 8, 1895.
10. Hamilton, Industrial Poisons in the United States, New York 1925 (там же литература).
11. Hasselmann, Zentralblatt Gewerbhyg., N. F. **2**, № 6 (1925).
12. Hasselmann, Klin. Wschr. **4**, 2154 (1925). Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **108**, 106 (1925).
13. Holzmänn, Zentralblatt Gewerbhyg. **8**, 93 (1920) (там же литература).
14. Koelsch, Zentralblatt Gewerbhyg. **8**, № 5 (1920).
15. Koelsch u. Seiffert, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. **101**, 190 (1924).
16. Laves, Dtsch. Ztschr. gerichtl. Med. **13**, 261 (1929).
17. Leymann, Arbeiterschutzschriften im Deutschen Reich, 1927.
18. Merzbach, Hygien. Rdsch. **1899**, № 1.
19. Noeller, Zentralblatt f. Bakter. u. Parasitenk. **89**, 55 (1922).
20. Pfeiffer, Vrtljchr. i. öff. Gesundh.-Pflege **1904**.
21. Rambousck, Gewerbliche Vergiftungen, 1911.
22. Rasch, Ztschr. f. angew. Entomologie **1928**, 324.
23. Reed, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics **15**, 301 (1920).
24. Schütze, Arch. f. Hyg. **98**, 70 (1927).
25. Schwab, Ztschr. exper. Med. **67**, 513 (1929).
26. Schwarz u. Deckert, Arch. f. Hyg. **100**, 130 (1928).
27. Sherrard, Publ. Health Rep. **43**, 1016.
28. Sieverts u. Hermsdorf, Ztschr. f. angew. Ch. **34**, 3 (1921).
29. Smolezyk u. Cobler, Gasmasken **2**, 27 (1930).
30. Tatham, Brit. med. Journ. **1884**, 400.
31. Ullmann, Aerztl. Sachverst. ztg. **32**, 85 (1926) (там же литература о хронических отравлениях).
32. Wagschal, Diss. Würzburg 1903.
33. Walton u. Witherspoon, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics **26**, 315 (1925).
34. Zangger u. Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie, S. 239, 1928. Борать литература о синильной кислоте у W. Rasch, Desinfektion, N. F. **6** H. 5 u. 6 (1921).

Дополнительная литература

- Barcroft, The toxicity of atmospheres containing hydrocyanic acid gas. Journ. of Hyg., vol. **31** (1931).
- Reiske, Blausäurevergiftung usw., Zbl. f. Gwh., H. 10, 1931, H. 3, 1932 (смертельные отравления через кожу).
- Drinker, Journ. ind. Hyg. № 1, 1 (1932).
- Gergaed, no ber. über die ges. Phys. u. Pharm. № 77 (1934).

- Havarre, A propos d'un cas d'intoxication par la cyanure de potassium à l'atelier, Ann. d'Hyg., № 11 (1930).
- Heymans et Soenen, La glucose n'empêche pas l'intoxication par les composés cyanogènes, C. r. des séances de la Soc. de biol., t. 96, p. 202 (1927).
- Hofer, Ueber die Wirkung von Gasgemischen. N.-S. Arch., Bd. 111, (1926).
- Hormann, Zentralbl. f. Gewerbehyg. 89 (1932).
- Jacob, Tödliche Blausäurevergiftung von bittern Mandeln, no Chem. Ztbl. 1 (1934).
- Meyer, Nervenztr., 5, 229 (1931).
- Smith, New York State Dept. of Labour, Industr. Bull. 11, 169 (1932); ref. Journ. Ind. Hyg. № 8, 205 (1932).
- Wiegand, Zur Entgiftung der Blausäure mit Dioxyceton und Traubenzucker in Gewebe. N.-S. Arch., Bd. 163 (1932).
- Вайль, Патол. анатомия отравлений боев. ОВ, 173, Медгиз (1932).
- Гельман, Введение в клинику професс. отравлений, 211, Москва (1929).
- Гродзовский, Анализ воздуха в промысл. предприятиях, 165, 2-е изд., Соцгиз (1931).
- Иофинова-Гольдфейн, Определение цианистого водорода. Гиг. труда № 2 (1934).
- Красавин, Вестник металлопромышленности № 9 (1932).
- Лазарев, Бюлл. Ленингр. института организ. и охраны труда № 14—15 (1932).
- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. II, стр. 193—198, ОНТИ (1935).
- Мац и Титов, Гигиена труда № 10, 25 (1928).
- Медатуньян, Гигиена безопасн. и патология труда № 10, 109 (1929).
- Розенбаум в книге Гельман, Правдин, Розенбаум: Професс. токсикология, стр. 129, Соцгиз (1931).
- Селиванов, Гигиена безопасн. и патол. труда № 8, 18 (1929).
- Эренбург и Сланская, Бюлл. Ленинград. ин-та организ. и охраны труда № 14—15 (1932).

Дициан (нитрил щавелевой кислоты)

Формула: $(CN)_2$. Мол. в.: 52,02.

Образование. При сильном нагревании углеродистых соединений, содержащих азот, поэтому встречается в доменном и светильном газе, при вспыхках целлюлоида и др.

Получение. Посредством сухой перегонки цианистой ртути с добавлением сулемы.

Свойства. Бесцветный газ, запах в больших концентрациях едкий, в разведенном виде — сходный с запахом синильной кислоты. При $-20,7^\circ$ сжижается, при $-34,4^\circ$ затвердевает; плотность (воздух = 1) 1,804. Вес литра 2,16 г. Сгорает пламенем, окрашенным в цвет персиков. Вода растворяет $4\frac{1}{2}$ объема дициана; раствор быстро разлагается.

Подвергшийся разложению раствор содержит щавелевую кислоту, аммиак, углекислоту, мочевины и мутнеет, окрашиваясь в темный цвет; разведенные кислоты препятствуют разложению.

Общий характер токсического действия в общем такой же, как и синильной кислоты; значительно менее токсичен, но сильнее раздражает.

Явления отравления

1. У животных. Те же, что и при синильной кислоте, но слабее выраженные. В организме медленно и не полностью превращается в цианистый водород и циановую кислоту; часть повидимому полимеризуется. Во всяком случае для теплокровных дициан менее токсичен, чем синильная кислота, как можно было бы теоретически предполагать не на $\frac{1}{2}$, а гораздо меньше.

По Эйленбергу³ «никакой газ не вызывает таких сильных судорог как дициан». Позднейшие исследователи не могли подтвердить этого. Эйленберг очевидно имел дело не с чистым дицианом.

Токсичность дициана для различных животных 1:2

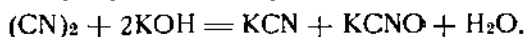
Вид животных	мг/л (прибли- зит)	Частей на мил- лион (см ³ /м ³)	Экспозиция	Действие
Лягушка . . .	{ 17 21,5	{ 8 000 10 000	{ 1 мин. 3 мин.	{ смерть через сутки смерть через полчаса
Мышь	{ 0,5 5,5 31,5	{ 235 2 600 15 000	{ 1 ме 12 мин ныше 1 м.	{ переносимо смерть смерть
Кролик . . .	{ 0,21 0,42 0,63 0,84	{ 100 200 300 400	{ 4 часа 4 часа 3 1/2 часа 1 3/4 часа	{ почти никакого действия легкое переболевание тяжелое переболевание, затем смерть смерть
Кошка	{ 0,1 0,16 0,21 0,42 4,26	{ 50 75 100 200 2 000	{ 4 часа 4 часа 2—3 часа 1/2 часа 15 мин.	{ тяжелое переболевание, выздоро- вление тяжелое переболевание, через два дня смерть смерть смерть смерть

Таким образом дициан значительно менее токсичен для кошек, чем синильная кислота; кролики переносят концентрации по крайней мере в 3 раза более высокие, чем кошки. Для лягушек дициан почти так же токсичен, как синильная кислота^{2, 3}.

2. У человека. Вдыхание дициана вызывает весьма сильное раздражение, в остальных отношениях симптомы качественно те же, что и при синильной кислоте; количественных данных не имеется.

Замечательно, что дициан в водном растворе резорбируется кожей. При этом в пальцах появляется чувство онемения и ползания мурашек, распространяющееся до локтей. В то же время появляются подергивания в отдельных пальцах. Эти явления наблюдались например в одном случае, когда склянка с дицианом была зажата большим пальцем и затем встряхнута. Держались эти явления 6 час.¹

Определение. Пропусканием через раствор едкого кали:



Литература

1. Bunge, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 12, 41 (1880).
2. Burckhardt, Arch. f. Hyg. 69, 1 (1913) (там же приведена старая литература).
3. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. S. 470, 1865.

Хлорциан

Формула: ClCN. Мол. в.: 61,47

Получение. Действием хлора на водные растворы цианидов щелочных металлов.

Свойства. Бесцветная жидкость с острым запахом; темп. замерзания -6° , темп. кип. $13,8^{\circ}$; уд. в. 1,2. Вес литра пара 2,56 г. Хорошо растворим в воде (25 : 1), эфире (50 : 1), спирте (100 : 1). При стоянии переходит в полимерное соединение — хлористый цианур $(\text{CNCl})_3$ (темп. пл. 145° , темп. кип. 190° ; уд. в. 1,32; значительно менее ядовит, чем хлорциан).

Возможности отравления. При получении железосинеродистого калия (неосторожное хлорирование)¹; при применении в качестве уничтожающего или предостерегающего средства в борьбе с вредителями⁴. Во время мировой войны испытан французами в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. В общем такой же, как и синильной кислоты; кроме того уже в малых количествах сильно раздражающее вещество. Действие его одновременно сходно с действием синильной кислоты и веществ типа фосгена, отщепляющих кислоту.

Явления отравления

Действие вдыхаемого хлорциана на разные виды животных

Вид животных	мг./л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Продолжительность действия	Действие
Мышь	0,2 0,3 1,0	80 120 400	5 мин. 3 1/2 мин. 3 мин.	иногда переносимо ² иногда смертельно ² смертельно ⁴
Кролик	3,0 ниже 0,1	1 200 40	2 мин. —	смертельно ⁵ не абсолютно смертельно, чувствительность индивидуально различная ²
Кошка	0,1 0,3 1,0	40 120 400	18 мин. 3—3 1/2 мин. несколько вдохов	смерть через 9 дней ² смертельно ² смертельно ⁴
Собака	0,05 0,12 0,3	20 48 120	20 мин. 6 час. 8 мин.	переносимо ⁷ смертельно ⁷ тяжелое переболевание, но с выздоровлением ⁸
Коза	0,8 2,5	320 1 000	7,5 мин. 3 мин.	смертельно ⁶ смерть через 70 час. ⁶

См. также сравнительную таблицу в разделе «Эфиры цианмуравьиной кислоты».

1. У животных. В более высоких концентрациях действие сходно с действием синильной кислоты, но кроме того он еще обладает раздражающим действием. Вскрытие животных, погибших от хлорциана, обнаруживает поэтому сильное раздражение дыхательного горла и бронхов и отек легких с кровоизлияниями. При длительном действии низких концентраций отмечены лишь явления раздражения. Ср. вышеприведенную таблицу.

2. У человека. Кратковременное действие очень незначительных концентраций уже вызывает раздражение глаз и зева и кашель. Концентрация 0,05 мг./л, или 20 частей пара на миллион, при вдыхании в течение одной минуты может оказаться непереносимой³. Дли-

тельное вдыхание незначительных концентраций вызывает незначительный конъюнктивит и хрипоту, иногда также расстройство пищеварительного тракта⁷.

Определение. Проведение через спиртовой раствор сернистого калия и последующее определение хлора.

Литература

1. Eulenberg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. S. 469, 1865
2. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 538 (1921).
3. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
4. Flury u. Hase, Münch. med. Wchschr. 1920, 779.
5. Meyer W., Diss. Kiel 1895.
6. Reed, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 15, 301 (1920).
7. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 283, 1925 (рус. перевод, изд. „На варті“, 1932).

Бромциан

Формула: CNBr. Мол. в.: 105,92

Получение. Действием брома на раствор цианистого калия при охлаждении.

Свойства. Бесцветные кристаллы; темп. пл. 52° , темп. кип. $61,5^{\circ}$; уд. в. 2,015; вес литра пара 4,40 г. Летучесть при 16° около 155 г/м^3 .

Возможности отравления. При лабораторной работе. При применении в качестве средства для истребления и предупреждения в борьбе с вредителями. Во время мировой войны применялся австрийцами в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. Такой же, как при хлорциане, токсическое действие несколько сильнее, раздражающее несколько слабее.

Явления отравления

1. У животных. Несколько вдыханий концентрации в 1 мг/л , соответствующей приблизительно 230 частям пара на миллион и выше, вызывают у мышей и кошек либо смерть, либо тяжелые поражения.

Концентрации ниже 1 мг/л вызывают у мышей тяжелое переболевание, но не абсолютно смертельное; вдыхание $0,3 \text{ мг/л}$, что соответствует приблизительно 70 частям пара на миллион, в течение 3—4 мин. вызвало полный паралич¹.

Кошки при вдыхании $0,3 \text{ мг/л}$ уже через $1\frac{1}{2}$ —3 мин. были полностью парализованы. Концентрации ниже $0,15 \text{ мг/л}$, соответствующие приблизительно 35 частям пара на миллион, и ниже — до $0,05 \text{ мг/л}$, или примерно 12 частей пара на миллион, могут вызвать более или менее тяжелые поражения и иногда, при достаточно длительном вдыхании, смерть.

2. У человека. Данные о чувствительности разноречивы. По Флюри¹ порог переносимого действия, т. е. низшая концентрация, которую нормальный человек способен переносить не более одной минуты, равна около 85 мг/м^3 , что соответствует приблизительно 20 частям на миллион ($0,085 \text{ мг/л}$). Однако по Веддеру² уже вдыхание $0,035 \text{ мг/л}$, что соответствует приблизительно 8 частям на миллион, в течение нескольких секунд выводит из строя; вдыхание концентрации в $0,71 \text{ мг/л}$, что соответствует приблизительно 160 частям на миллион, в течение 1—2 мин. вызывает по Веддеру ясное поражение легких; по австрийским данным последнее появляется уже при $0,14 \text{ мг/л}$, что соответствует 32 частям на миллион³.

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
2. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 70, 1925 (рус. перевод, изд. „На варті“, 1932).

Метилловый эфир цианмуравьиной кислоты и этиловый эфир цианмуравьиной кислоты (метилловый эфир цианугольной кислоты и этиловый эфир цианугольной кислоты)

Формулы: $\text{CN} \cdot \text{COO} \cdot \text{CH}_3$ и $\text{CN} \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$. Мол. в.: 85,03 и 99,05

Получение. Смешением соответствующего эфира хлоругольной кислоты с цианистым натрием.

Свойства. 1. Метилловый эфир. Бесцветная жидкость, темп. кип. 97° ; уд. в. 1,08; вес литра пара 3,53 г. Летучесть при 21° 187 г/м³.

2. Этиловый эфир. Бесцветная жидкость, темп. кип. 116° ; уд. в. при 20° 1,013; вес литра пара 4,12 г. Летучесть при 16° 65 г/м³.

Оба эфира легко омыляются водой.

Возможности отравления. Оба эфира в свое время были предложены для борьбы с вредителями в виде «циклона», являющегося смесью метилового и этилового эфиров и содержащего кроме того благодаря принятому способу получения еще приблизительно 10% сильно раздражающего эфира хлормуравьиной кислоты; опасные концентрации «циклона» таким образом легко распознавались благодаря сильному раздражению глаз и носа; темп. кип. смеси около $80-100^\circ$; содержание цианистого водорода в ней около 30%. Ср. раздел «Борьба с вредителями», там же соответствующая литература.

Оба эфира применялись немцами во время мировой войны в качестве боевых отравляющих веществ.

Общий характер токсического действия. Такой же как синильной кислоты, но в слабых концентрациях у млекопитающих токсичнее, чем можно было бы предполагать по содержанию синильной кислоты, и действует при этом в концентрациях, в которых последняя уже не оказывает действия.

Явления отравления. 1. У животных.

1) Метилловый эфир цианмуравьиной кислоты¹:

Вид животных	мг./л	Частей пара на миллион (с.м. ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция	Действие
Обезьяна . . .	0,05	14,5	20 мин.	переносимо
Собака	0,1	23	10—20 мин.	переносимо
Кошка	0,01—0,06	3—17,5	смотря по концентрац. от 10 до 60 мин.	большой частью погибают от тяжелых поражений легких в несколько дней
Мышь	0,3	26	15 мин.	смерть через сутки
	0,15	43	15 мин.	переносимо

В нижеприведенной таблице показана: Токсичность метилового эфира цианмуравьиной кислоты по сравнению с другими цианистыми соединениями (острое отравление)¹

(Приведенное время показывает момент наступления полного паралича и бессознательного состояния)

Вид животных	Синильная кислота	Хлорциан	Бромциан	Метилловый эфир цианмуравьиной кислоты
Концентрация 1 мг/л				
Мышь	60 сек.	150 сек.	60 сек.	90 сек.
	60 "	210 "	60 "	105 "
Кошка	40 "	50 "	60 "	60 "
	70 "	50 "	65 "	90 "
Концентрация 0,3 мг/л				
Мышь	105 сек.	210 сек.	180 сек.	— *
	180 "	— *	240 "	— *
Кошка	90 "	210 "	90 "	180 сек.
	75 "	180 "	165 "	300 "

2) Этиловый эфир цианмуравьиной кислоты оказывает в опытах на животных действие, совершенно аналогичное действию метилового эфира; токсичность его лишь немногим меньше¹.

2. У человека. Наблюдений в отношении токсичности не имеется. Раздражающее действие на слизистые незначительно.

3) «Циклон». Упомянутая выше смесь эфиров «циклон» по Леману³ лишь на $\frac{1}{3}$ менее токсична, чем синильная кислота. По Клостерману² эти данные верны лишь в отношении остро смертельных концентраций; в слабых концентрациях эфиры действуют сильнее, чем цианистый водород; кроме того в отличие от последнего они вызывают последующие заболевания.

Литература

1. Flury u. Hase, Münch. med. Wchschr. 1920, 779.
2. Klostermann, Desinfection 6, 212 (1921).
3. Lehmann, Münch. med. Wchschr. 1920, 1517.

Изоцианистые соединения (изонитрилы)

Литературные данные, касающиеся действия этих веществ, разноречивы. По Готье² вдыхание их вызывает тошноту, головную боль, головокружение, депрессию и наконец понос. Токсичность их однако по его данным лишь незначительна. Максимович⁴ также указывает, что метил-, этил-, изопропил-, изобутил- и фенилизонитрил лишь мало токсичны.

Новейшие исследователи в противоположность прежним считают изонитрилы очень ядовитыми. По Кальмелю¹ кролики погибают

* В течение 5 мин. явлений паралича не наблюдалось.

почти тут же, после того как они подверглись действию паров метилизонитрила; амилизонитрил вызывает судороги.

Метилизонитрил и этилизонитрил $\text{CH}_3 \cdot \text{NC}$ и $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{NC}$ (темпл. кип. $59,6^\circ$ и 79°) по Гендерсону-Хаггарду³ действуют качественно как синильная кислота.

Литература

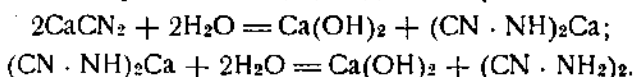
1. Calmels, Comptes rendus de la Soc. de biol. 98, 536 (1884); у Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, S. 863, 1906.
2. Gautier, Ann. de Chim. et de Phys. (4) 17, 218 (1869).
3. Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 110, 1927 (рус. пер., Гендерсон-Хаггард, Вредные газы в промышленности, стр. 97, Гострулиздат, 1930).
4. Максимович, Petersburg med. Wchschr. 2, 325 (1877).

Кальций-цианамид (азотистая известь)

Формула: $\text{C} \begin{array}{c} \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \end{array} \text{Ca}$. Мол. в. 80,10.

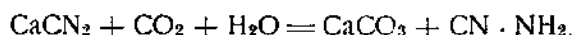
Получение. Из карбида кальция и азота нагреванием до $1000 - 1100^\circ$, различными методами, с добавлением и без добавления хлористого кальция и др.

Свойства. Порошок в чистом виде белоснежного цвета; технический продукт окрашен углеродом в серо-черный цвет; уд. в. около 2,3. Состав приблизительно 60% CaCN_2 , 9—13% C, 18—28% CaO (5% CaCl_2); кроме того SiO_2 , FeS, иногда также неразложившийся карбид. При хранении или вследствие действия влаги из азотистой извести образуются цианамид, дицианамид, моно- и дикальций-цианамид, цианамидо-углекислый кальций; дальнейшие реакции ведут к образованию мочевины, углекислого аммония, карбаминовокислого кальция, гуанидина и др. С холодной водой разлагается на гидрат окиси кальция и монокальций-цианамид. Последний с большим количеством воды постепенно переходит в дицианамид (темпл. плавления 205°):



Возможности отравления. Вследствие вдыхания пыли — при производстве или применении данного вещества в качестве удобрения.

Общий характер токсического действия. Временные вазомоторные расстройства верхней половины тела, возможно также действие на дыхательный центр; раздражение доступных слизистых и кожи. Раздражающее действие на слизистые и кожу обусловлено большим содержанием окиси кальция. Общее действие вещества основано на разложении в организме кальций-цианамида на углекислый кальций и цианамид:



Действие последнего (белые легко растворимые в воде кристаллы, темпл. пл. 44°) не имеет ничего общего с отравлением цианистыми соединениями (Кестер²) и выражается преимущественно в расстройствах дыхания и кровообращения. Точкой приложения токсического действия следует по Глаубаху⁴ считать глутатион. Цианамид влияет на окисленный глутатион и тем самым тормозит каталитические окислительно-восстановительные процессы в организме.

Явления отравления. В легких случаях быстро исчезающее покраснение лица, в тяжелых, аналогично с амилнитритом, покраснение

лица вследствие прилива крови и гиперемия головы и верхней трети туловища, с коричнево-красным оттенком до плечевого пояса и более светлой окраской ниже его (рис. 39). Дыхание становится глубже и чаще; сердечная деятельность усилена; кровяное давление несколько понижено; головокружение, чувство усталости, недомогание; сознание не нарушено. В тяжелых случаях своеобразный спектр крови, сходный с цианметгемоглобином. Через $1\frac{1}{2}$ —2 часа приступ проходит. Длительные поражения отсутствуют. Сравнительно быстрое исчезание явлений вызывается быстрым разрушением вещества в организме. Привыкания не отмечается. Чувствительность весьма различна. Особенно быстро и ясно выступают симптомы после приема алкоголя; у лиц предрасположенных эти симптомы обнаруживаются при действии больших количеств кальций-цианамид и без алкоголя. Вопрос, вызывает ли цианамид сенсибилизацию к алкоголю (Гессе⁵, Диттрих³, Раида¹⁴) или алкоголь к цианамиду (Кельш), до сих пор не решен.

Раздражение поверхностных слизистых распространяется на соединительную оболочку глаз, нос, глотку и бронхи. У более старых рабочих наблюдались длительные бронхиальные катарры с чувством давления в груди.

На коже могут наблюдаться покраснение, экзема, ожоги и язвы (рис. 40); пот благоприятствует появлению этих симптомов.

Насколько первые расстройства, появившиеся после отравлений, вызванных вдыханием пыли кальций-цианамид, связаны с самой интоксикацией, пока еще не решено. Манн¹² сообщил о появившейся через 14 дней после отравления слабости в суставах, перешедшей в полиневрит; Онзорге¹³ — о случае быстро прошедшего очагового миелита и полиневрита и о другом случае с явлениями восходящего паралича Landry.

Токсичность кальций-цианамид при введении его в желудок незначительна: приблизительно лишь 40—50 г вещества токсичны для взрослого человека.

Терапия. Покой, холодные компрессы; избегать содержащих алкоголь медикаментов (как то: коньяк, валериановые и гофманские капли).

Профилактика. Устранение распыления вещества при работе (например добавлением дежирного или минерального масла). Устранение от контакта с веществом чувствительных рабочих, женщин, молодежи, алкоголиков. Строгое воздержание от употребления спиртных напитков.

При использовании кальций-цианамид в качестве удобрения рекомендуются следующие правила по защите.

При разбрасывании рукой рабочие должны носить защитные очки и дыхательные фильтры и надевать защитные костюмы, снабженные лангетонами и перевязываемые в области суставов плеча и ног, так чтобы рабочий был полностью защищен. Если не имеется защитного костюма, то следует надевать плотно закрывающуюся одежду. Само собой понятно, что работу следует производить в обуви. Открытые части тела, особенно лицо и руки, следует натереть маслом или вазелином. Это защищает от действия едкой извести, кроме того пыль легко после этого смывается теплой водой. На руках не должно быть порезов и язв. Лица с больными легкими не должны производить работу по разбрасыванию кальций-цианамид.

Литература

1. Bornträger, Aertzl. Sachverst.ztg. 10, 50 (1904).
2. Coester, Diss. Kiel. 1896.
3. Dittrich, Ztschr. exper. Med. 43, 270 (1924).



Рис. 36. Болезнь, вызванная „перна“
(по Телеки).



Рис. 39. Действие кальций-цианамида (по
Кельшу).



Рис. 40. Действие кальций-цианамида (по
Кельшу).

4. Glaubach, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. **117**, 247 (1926).
5. Hesse, Ztschr. exper. Med. **25**, 321 (1921); **26**, 337 (1922).
6. Koelsch, Münch. med. Wchschr. **1914**, 35.
7. Koelsch, Dtsch. Ztschr. öff. Gesdh.pfl. **47**, 4 (1915).
8. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. **4**, № 5 u. 6 (1916).
9. Koelsch, Gewerbehygiene und Gewerbekrankheiten. S. 366, 1926 (там же литература).
10. Koelsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2. S. 366, 1926.
11. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 252, 1927.
12. Mann, Klin. Wschr. **1928**, 569.
13. Ohnsorge, Klin. Wschr. **1928**, 2224.
14. Raida, Ztschr. exper. Med. **31**, 215 (1923).
15. Siebner, Chem.-Ztg. **1920**, 369 (там же литературные указания).
16. Stritt, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. **62**, 2 (1909).

Дополнительная литература

- Iwai, Fukuoka Ikwadaigaku Zasshi, **25** (1932).
Winterfeld u. Zerwick, Führers Samml. v. Vergiftungsfäll. **4**, 4 (1933).
Шахновская и Рапопорт, Экспериментальное исследование токсичности цианамида кальция, Гигиена труда № 6 (1934).
Правдин, Руководство промышленной токсикологии, вып. I. Биомедгиз (1934).
Кузнецов, Производство карбида и цианамида кальция, Госхимтехиздат (1932).

Изороданистый аллил (аллилизотиоцианат, аллиловое горчичное масло)

Формула: $\text{CSN} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : \text{CH}_2$. Мол. в.: 99,11.

Образование. Образуется из содержащегося в семенах черной горчицы, хрена и других крестоцветных глюкозида — синигрина.

Получение. Перегонкой с водяным паром упомянутых выше частей растений. Синтетически получается перегонкой бромистого аллила со спиртовым раствором роданистого калия.

Свойства. Маслянистая жидкость, мало растворимая в воде, с острым запахом. Темп. кип. $150,7^\circ$, уд. в. при 20° 1,010. Вес литра пара 4,12 г.

Возможности отравления. При работе на горчичных фабриках, консервных фабриках и т. п.

Общий характер токсического действия. Сильно раздражает кожу, а особенно все слизистые оболочки.

Явления отравления

1. У животных. Сильное раздражение всех слизистых оболочек. Мыши переносят в течение 15 мин. концентрацию 1 мг/л, соответствующую приблизительно 250 частям пара на миллион, кошки при той же экспозиции — 0,2 мг/л, или приблизительно 50 частей пара на миллион, — без заметного вреда. Более сильные концентрации или более длительное действие могут вызвать острый токсический отек легких (собственные неопубликованные наблюдения).

2. У человека. Сильное раздражение глаз, носа, глотки. У рабочих на горчичных фабриках на роговице появлялись пузырьки; острота зрения при этом сильно снижалась; излечение через 3 недели¹. Частые отравления также наблюдались при обработке больших количеств хрена^{2,3}.

Пребывание в атмосфере, содержащей больше чем 0,050 мг/л, что соответствует приблизительно 12,5 частям пара на миллион, возможно

для человека лишь в течение секунд. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

Случай отравления. Женщина работала в течение 3 час. с 5 кг свеженатертого хрена. Незадолго до окончания работы появились сильное слезотечение, головная боль, кашель. В дальнейшем усталость. В течение ближайших трех дней боли в суставах, раздражение соединительной оболочки глаз (постоянное смыкание век), сильнейшая головная боль, бессонница, ослабление слуха, расстройство желудка, рвота, бронхит. Расстройство слуха и зрительных органов держалось еще спустя 2½ недели; явления раздражения глотки, отсутствие аппетита, головная боль — спустя 6 недель. Лишь спустя 7 недель больная была вновь работоспособной. Временное улучшение давали лишь электрические световые ванны³. Замечательно то, что тяжелые явления появились лишь спустя много часов и дней.

Химически родственные горчичные масла, как метил-горчичное масло и др., также представляют жидкости с острым запахом, оказывающие такое же раздражающее действие, как аллиловое горчичное масло.

Литература

1. Pick, Ztschr. pr. Augenheilkunde 1901, 363.
2. Kochs, Ztschr. angew. Botan. 4 90 (1922).
3. Heffter, Klin. Wschr. 1, № 31 (1922).

Хлористый фенилизонитрил (хлористый фенилкарбиламин)

Формула: $C_6H_5NCCl_2$. Мол. в.: 173,96.

Получение. Хлорированием фенилизонитрила.

Свойства. Бесцветная малолетучая жидкость с острым запахом; темп. кип. 210°. Вес литра пара 7,23 г.

Возможности отравления. Во время мировой войны применялся в качестве боевого отравляющего вещества.

Общий характер токсического действия. Сильно раздражающее вещество для дыхательных путей. Кроме того обладает значительным резорбтивно-токсическим действием.

Явления отравления

1. У животных. Уже в малых концентрациях сильно раздражает глаза и дыхательные пути. Вдыхание более значительных концентраций вызывает поражение легких (отек, кровоизлияния), иногда смерть.

2. У человека. Уже самые незначительные концентрации вызывают раздражение глаз, носа и зева. 30 мг/м³, или 0,03 мг/л, что соответствует приблизительно 4 частям пара на миллион, могут переноситься нормальным человеком не дольше 1 мин.¹ Последующие явления: головная боль, бронхит. Концентрация в 0,8 мг/л, соответствующая приблизительно 110 частям пара на миллион, вызывает в течение 1—2 мин. заметные поражения органов дыхания².

Литература

1. Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921).
2. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, p. 70, 1925 (рус. перевод, изд. «На варті», 1932).

Алифатические нитро-, диазо- и аминсоединения

Введение нитрогруппы в алкильный остаток обуславливает раздражающее действие соответствующих соединений, усиливающееся еще больше при одновременном введении галоида.

То же относится и к алифатическим диазосоединениям.

Некоторые летучие жирные амины обладают свойствами судорожных ядов аналогично аммиаку, но с меньшим раздражающим действием.

Тетранитрометан

Формула: $C(NO_2)_4$. Мол. в.: 196,03.

Получение. При нагревании тринитрометана с дымящей азотной и серной кислотами.

Свойства. Маслянистая бесцветная жидкость, не растворимая в воде, с острым запахом. Затвердевает при 13° ; темп. кип. 126° , уд. в. при 13° 1,650. Вес литра пара 8,15 г. Очень стойкое соединение, не взрывает.

Возможности отравления. Тетранитрометан, встречающийся в качестве примеси в тринитротолуоле и других взрывчатых веществах, являлся причиной отравления на военных заводах во время мировой войны.

Общий характер токсического действия. Сильное раздражающее вещество для дыхательных путей, наряду с этим кровяной яд.

Явления отравления

1. У животных. Кошки при однократном вдыхании в течение 20 мин. концентрации, равной 0,08 мг/л, соответствующей приблизительно 10 частям пара на миллион, тяжело заболели и умирали приблизительно через 10 дней. Десятикратная концентрация при вдыхании в течение 20 мин. вызывала уже через 1 час смерть. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

2. У человека. Местное действие. Раздражение всех слизистых (глаз, носа, дыхательных путей) сильное слюнотечение; уже при непродолжительном вдыхании развивается тяжелое раздражение легких с одышкой, цианозом, иногда бронхопневмонией и отеком легких.

Общее действие. Головная боль, слабость, сонливое состояние; замедленный пульс, образование метгемоглобина, анемия.

Профилактика. Удаление вещества из тринитротолуола продуванием или перекристаллизацией.

Терапия. Та же, что и при других раздражающих. Ср. раздел «Лечение газотравленных».

Определение. Абсорбция 0,1N раствором едкого кали и определение продуктов взаимодействия⁴.

Литература

1. Fischer, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 205 (1917).
2. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, H. 10 (1917).
3. Koelsch y. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 358, 1926.
4. Schmidt, Chem. Zentralblatt 1919 III, 126.

Хлорпикрин (трихлорнитрометан, нитрохлороформ)

Формула: CCl_3NO_2 . Мол. в.: 164,38.

Свойства. Жидкость в чистом виде бесцветная, легко подвижная. Темп. кип. 113° , темп. замерзания $-69,2^\circ$; уд. в. при 15° 1,66. Трудно растворим в воде, легко растворим в органических растворителях. Водой, разведенными щелочами и кислотами не разлагается. Вес литра пара 6,84 г. Летучесть при $20,5^\circ$: $175 \text{ см}^3/\text{м}^3$, что соответствует приблизительно 290 мг/л.

Возможности отравления. В лабораториях, в борьбе с вредителями.

Общий характер токсического действия. Вещество, сильно раздражающее глаза и легкие, в меньшей степени верхние дыхательные пути.

Явления отравления

1. У животных. Раздражение всех слизистых оболочек. Наряду с этим легкие явления оглушения и наркоза. При действии высоких концентраций наступает смерть при явлениях одышки вследствие воспалительного отека легких.

Действие хлорпикрина на различные виды животных

Виды животных	мг/м ³	мг/л	Частей пара на миллион (с.м. ³ , л. ³) (приблизительно)	Экспозиция	Действие	Найдено на вскрытии в легких
Мышь . . .	170	0,17	25	15	переносимо	старый (? — ред.) отек
	340	0,34	50	15	смерть через 10 дней	
Кошка . . .	850	0,85	125	15	смерть через 3—24 ч.	гиперемия, иногда также отек
	260	0,26	38	21	пережила 7 дней	
	320	0,32	48	20	смерть через 8—12 дней	
Собака . . .	510	0,51	76	25	смерть большей частью через сутки	— — — —
	320	0,32	48	15	переносимо ¹	
	1050	1,05	155	12	переболевание	
	800—950	0,8—0,95	117—140	30	у 43% животных острая смерть; остальные большей частью выживают, редко — поздняя смерть ²	

2. У человека. Сильно раздражающее действие, особенно на слизистую оболочку глаз. Уже при концентрациях 2—25 мг/м³ или 0,002—0,025 мг/л, что соответствует приблизительно 0,3—3,7 частям пара на миллион, через 3—30 сек. в зависимости от индивидуальной чувствительности наступает судорожное смыкание век³. Концентрации свыше 100 мг/м³, или 0,1 мг/л, что соответствует приблизительно 15 частям пара на миллион, не могут переноситься дольше одной минуты¹.

Более высокие концентрации вызывают также желудочные боли и рвоту, а также угнетение. Длительное действие или непродолжительное вдыхание очень высоких концентраций вызывает смерть вследствие отека легких.

Хлорпикрин применялся во время мировой войны в качестве боевого отравляющего вещества («рвотный газ»); первоначально — русскими в смеси с хлористым сульфурилом, позднее — немцами в смеси с дифосгеном (Grünkreuz I) и англо-французами — в смеси с 20% хлористого циана. Ср. раздел «Газы на войне».

Концентрация в 26 мг/м³, или 0,026 мг/л, что соответствует 4 частям пара на миллион, в несколько секунд делает небоеспособным; концентрация в 100 мг/м³, или 0,1 мг/л, что соответствует 15 частям пара на миллион, вызывает поражения органов дыхания⁴.

Технический, окрашенный примесями в более или менее желтый цвет хлорпикрин обладает более резким раздражающим действием и гораздо токсичнее, чем химически чистый препарат*.

Воздух, зараженный хлорпикрином, может быть дегазирован распылением раствора 240 г серной печени в 10 л воды.

Терапия. Та же, что и при других раздражающих веществах.

Индикация в воздухе. Пропусканием пара через раскаленную трубку из кварца; при этом происходит выделение хлора³. Реактивной бумажкой с диметиланилином.

Определение. Пропускание через раствор сернистоокислого натрия: $\text{CCl}_3\text{NO}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CHNO}_2 \cdot (\text{SO}_3\text{Na})_2 + 3\text{NaCl} + \text{NaHSO}_4$ и последующее титрование хлора⁴.

О применении хлорпикрина в борьбе с вредителями и действии его на различные материалы см. раздел «Борьба с вредителями».

Литература

1. Gildemeister u. Neubner, Ztschr. exper. Med. 13, 291 (1920).
2. Underhill, The Lethal War Gases. 1920.
3. Fries a. West, Chemical Warfare, p. 143 и след., 1921 (русский перевод, Фрайс и Вест, Химическая война, стр. 166 и сл., 1924).
4. Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare, 70 и след., 1925 (русский перевод, Веддер, Медицинские вопросы химической войны, стр. 64, изд. „На варт“, 1932).

Дополнительная литература

Морев, Опыт применения хлорпикрина на некоторых кораблях Балт. флота в качестве дезинфицирующего средства, Воен. мед. журнал № 2 (1931).

Блажек, К методике определения паров хлорпикрина в воздухе. Гигиена труда № 1 (1934).

Глебович, Григорьев и Другов, Кр. курс военно-химич. дела, Медгиз (1933).

Линдеман, Токсикология химич. боевых веществ, изд. НКЗ (1928).

Сошестввенский, Токсикология боевых отравляющих веществ, Гос. изд. колх. и совх. литерат. (1933).

Нитроэтан

Формула: $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$. Мол. в.: 75,05.

Получение. Нагреванием иодистого этила с азотнокислым серебром.

Свойства. Жидкость, бесцветная, приятного запаха, почти нерастворимая в воде. Темп. кип. 113—114°, уд. в. при 15°/15° 1,056. Вес литра пара 3,12 г.

Возможности отравления. Исключительно в лабораториях.

Общий характер токсического действия. Легкое раздражение: местное и центральное.

Явления отравления

У человека. Вдыхание в течение 1—3 мин. нескольких капель оказывало еле заметное действие. Отравлений на производстве до сих пор не наблюдалось.

Литература

Schadow, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 6, 199 (1877).

* Указание о большей токсичности технического хлорпикрина по сравнению с химически чистым авторами ничем не обосновано, *Ред.*

Нитропентан

Формула: $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \diagup \\ \text{CH} \cdot \text{NO}_2 \\ \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ Мол. в.: 117,10 (изомер амилнитрита).

Получение. Нагреванием амилнодида с азотистокислым серебром.

Свойства. Бесцветная жидкость, приятного запаха, почти не растворимая в воде. Темп. кип. при 746 мм 152—155°, уд. в. при 0° 0,9575. Вес литра пара 4,87 г.

Возможности отравления. Исключительно в лабораториях.

Общий характер токсического действия. Местное и центральное раздражение; по сравнению с ним действие на сосуды весьма незначительно.

Явления отравления

1. У животных. Собака, кошка (введенное при вдыхании количество точно не указано): кашель, слюнотечение, расширение зрачков, через несколько минут беспокойство, затем подергивания и судороги, эпилептоидные припадки. В некоторых случаях смерть во время припадка. Кровяное давление вне припадков слегка понижено. Слизистые пузыря и кишечника.

2. У человека. При вдыхании паров от 18 капель вещества в продолжение 5½ мин. отмечено раздражение носа и конъюнктивы глаз, слезотечение, кашель. Пульс не учащен. Значительного падения кровяного давления не отмечено. Промышленные отравления до сих пор не наблюдались.

Литература

Schadow, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 6, 194 (1877).

Диазометан

Формула: $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \quad \text{N} \end{array}$ или $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ || \\ \text{N} \\ || \\ \text{N} \end{array}$. Мол. в.: 42,03.

Получение. Действием раствора едкого кали в древесном спирте на раствор нитрозометилуретана $\text{CH}_3\text{N}(\text{NO})\text{COOC}_2\text{H}_5$ в эфире.

Свойства. Газ желтого цвета; в охлаждающей смеси сгущается в подвижную жидкость темножелтого цвета. Темп. кип. —23°, замерзает при —145°, превращаясь в кристаллическую массу желтоватого цвета. Вес литра пара 1,75 г. Сильное взрывчатое вещество; однако в растворе эфира оно сравнительно стойко.

Возможности отравления. В химических лабораториях или фабриках (применяется для метилирования, при котором освобождаются два атома азота).

Общий характер токсического действия. Вещество, сильно раздражающее все дыхательные пути, оказывающее одновременно и центральное действие. Действие возможно вызывается интрацеллюлярным образованием формальдегида.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание в течение 10 мин. концентрации в 0,8 мг/л, соответствующей приблизительно 175 частям на миллион (в виде 2%-ного раствора в эфире), вызывало смерть у кошек в те-

чение трех суток; в легких наблюдались кровоизлияния, эмфизема, отек. (Собственные неопубликованные наблюдения.)

2. У человека. Сильное раздражение кожи и всех слизистых, особенно глаз, одышка, боль в груди, затяжной бронхит. При известных условиях тяжелые изменения в легких, чувство разбитости, шум в ушах, сильная головная боль, обморок, коллапс.

Терапия. Как и при других раздражающих газах. См. раздел «Лечение газотравмированных».

Литература

1. Bamberger, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 28, 1868.
2. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2., S. 359. 1926.
3. Pechmann, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 27, 1888 (1895).

Бутиламины

Мол. в.: 73,09. Вес литра пара 3,04 г.

n-Бутиламин $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, темп. кип. 76° и изобутиламин $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\cdot\text{NH}_2$, темп. кип. 68° ; токсичны и в паровом состоянии и вызывают у крыс и кроликов повышенную рефлекторную возбудимость, судороги, учащение дыхания и пульса, одышку, к концу замедленное дыхание и кому, иногда — смерть. Незначительное раздражение слизистых.

Третичный бутиламин $(\text{CH}_3)_3\text{C}\cdot\text{NH}_2$; темп. кип. $43,8^\circ$; менее токсичен.

Литература

- Hanzlik, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 20, 485 (1923).

Ароматические нитро- и аминосоединения

Токсическое действие ароматических нитро- и аминосоединений в общем весьма значительно. Однако у паров этих веществ оно сравнительно нерезко выражено, так как вследствие очень высокой точки кипения при обычной температуре могут получиться лишь незначительные концентрации их в воздухе. Большинство отравлений получается вследствие резорбции через кожу. Высшие члены ряда, являющиеся при обычной температуре твердыми веществами, вызывают также отравления вследствие вдыхания пыли. В этих случаях почти всегда вследствие медленного введения яда мы имеем дело с хроническими или подострыми отравлениями, редко с острыми случаями.

Общий характер токсического действия. Кровяные и одновременно нервные яды. Действие на кровь наступает у нитросоединений в общем позднее, чем у аминосоединений, и менее резко выражено. Зато действие нитросоединений на центральную нервную систему обычно сильнее, чем у аминосоединений.

Общие явления отравления. Часто отсутствуют начальные симптомы отравления. Наблюдаются: сначала раздражение, затем паралич центральной нервной системы; головная боль, падение температуры, временами клонические судороги. Расстройства чувствительной сферы и зрения; расширение сосудов и падение кровяного давления; расстройство сердечной деятельности; кровоизлияния под кожей или в органах; образование метгемоглобина. Одновременно имеются изменения в картине крови: увеличение числа красных кровяных телец с явлениями дегенерации; анемия. В тяжелых случаях в страда-

ние вовлекается печень в связи со значительным разрушением красных кровяных телец. Благодаря этому возникает желтуха. Наблюдались также поверхностные поражения эпидермиса.

Индивидуальная чувствительность весьма различна: алкоголь повышает ее; плохо упитанные, молодые субъекты и женщины обнаруживают повышенную чувствительность.

Иммунитета и привыкания не наблюдается. Наоборот, часто после отравлений наблюдалась повышенная чувствительность (рецидивы по возобновлении работы).

Теория действия. По Гейбнеру² как у нитро-, так и у аминоксоединений первоначально действует на мозг фенильная группа.

Действие на кровь объясняется следующим образом. В организме животного из нитробензола образуется *p*-нитрозофенол. Последний окисляет гемоглобин в метгемоглобин и сам при этом благодаря восстановлению превращается в хинонимин, вызывающий также образование метгемоглобина. Из аминоксоединения образуется сначала *p*-аминофенол, окисляемый оксигемоглобином в хинонимин. Таким образом последний является причиной образования метгемоглобина как в случае действия нитробензола, так и аминоксоединения.

Аналогичные процессы происходят при действии всех нитро- и аминоксоединений.

Позднее Гейбнер и Мейер³ высказали предположение, что активным промежуточным продуктом при действии нитро- и аминоксоединений является β -фенилгидроксиламин C_6H_5NHOH : последний под влиянием оксигемоглобина окисляется в азооксибензол. При этом кислород активируется и превращает гемоглобин в метгемоглобин.

Липшиц⁶ также считает действующим началом ароматических нитро- и аминоксоединений на кровь β -фенилгидроксиламин. Он образуется вследствие каталитического восстановительного и окислительного биохимического процесса, вызывающего благодаря расстройству тканевого дыхания аутоинтоксикацию.

Различная чувствительность у людей зависит вероятно также и от весьма сильных индивидуальных колебаний газообмена. На основании этой теории например различие в токсичности динитробензолов объясняется различной скоростью, с которой они подвергаются восстановлению в организме. Точно так же сравнительно незначительная токсичность тринитробензола и особенно сим-тринитротолуола объясняется трудностью восстановления его в тканях.

По Мюллеру⁷ проницаемость красных кровяных телец в отношении отдельных нитро- и аминоксоединений различна. Нитрогруппа вызывает гемолиз в слабых концентрациях и задерживает последний в сильных концентрациях. У аминоксоединений отношения обратные.

Диагностика. В случаях, когда дело идет не о происшествиях на химических, снарядных и т. п. заводах, причина отравления может иногда остаться невыясненной, так как очень часто анамнез отсутствует: или больные доставляются для оказания помощи уже в тяжелом состоянии, или же рабочим, а часто и руководящему персоналу токсичность соответствующего вещества (а следовательно и причина заболевания) не известна. На работу с нитросоединениями указывают желто-коричневая окраска рук и наблюдающаяся, особенно у белокурых лиц, рыжевато-коричневая окраска волос передней части головы.

Характерным признаком отравления ароматическими нитро- и аминоксоединениями является **цианоз** (синюшная окраска), особенно губ и щек и периферических частей тела (пальцев рук и ног,

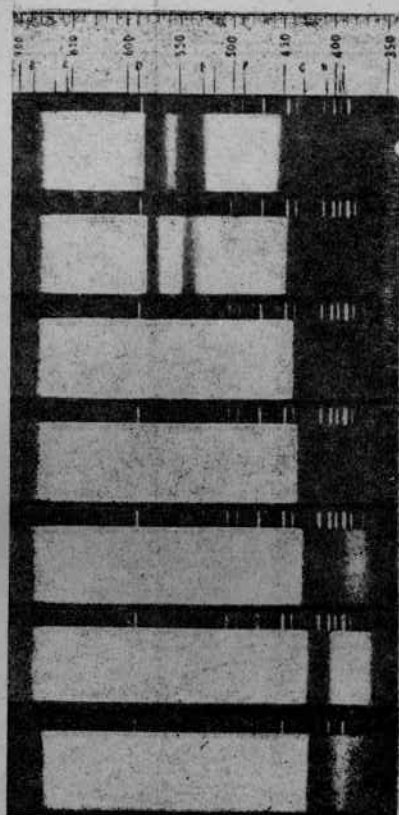


Рис. 41. Оксигемоглобин. Раствор кроличьей крови в разведении от 1:70 до 1:800 (по Росту, Францу и Гейзе).

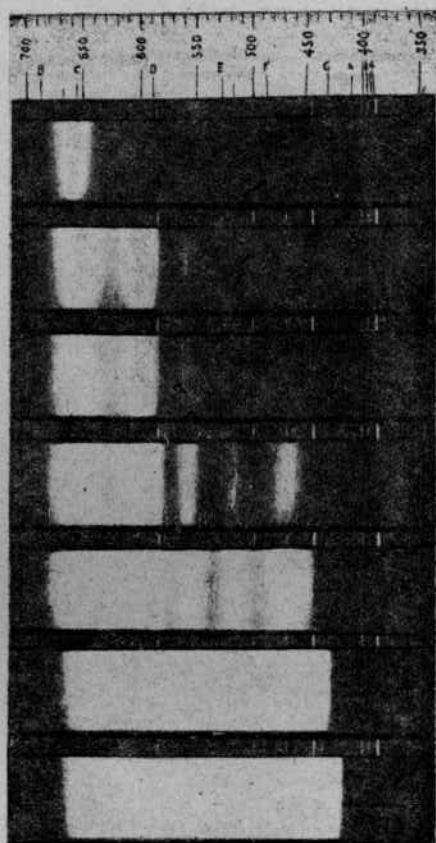


Рис. 42. Метгемоглобин. (Отравление нитритами, собака.) Разведение крови от 1:30 до 1:800. Кровь содержит кроме метгемоглобина еще оксигемоглобин (по Росту, Францу и Гейзе).

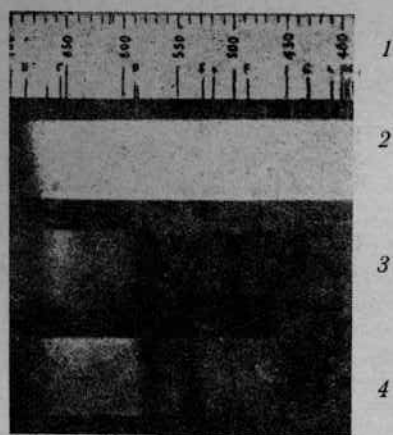


Рис. 43. Метгемоглобин. (Отравление анилином, кошка.) 1 — шкала длины волн; 2 — контрольная полоса; 3 — разведение крови 1:20; 4 — разведение крови 1:40 (по Росту, Францу и Гейзе).

ушей и т. п.). Другие причины цианоза (эмфизема, порок сердца, болезни кровообращения) могут явиться источником ошибок.

Ранним симптомом, особенно при подостром и хроническом отравлении, является обусловленная преимущественно разрушением крови желтуха (желтушное окрашивание роговицы).

Для установления изменений крови служат:

1. Определение гемоглобина с помощью гемоглобиновой шкалы по Тальквисту (80% гемоглобина и меньше указывают на анемию) или гемометром Сали (у мужчин 80%, у женщин 70% — норма).

2. Исследование крови. Кровь берут из ушной мочки, не выжимая ее, затем тонким слоем размазывают ее на предметном стекле. Всушенный на воздухе препарат трижды проводят через пламя, окрашивают фильтрованным теплым раствором метиленовой сини и исследуют при среднем увеличении.

3. Обнаружение метгемоглобина (спектроскопией). Для него достаточно карманного спектрокопа. Подлежащую исследованию кровь каплями разводят в дистиллированной воде до тех пор, пока в спектре не останется лишь красно-оранжевая часть спектра. В спектроскопе наряду со спектром поглощения наблюдается линия или полоса в оранжевой его части (рис. 41—43). Наличие метгемоглобина можно считать доказанным, если после добавления желтого сернистого аммония или аммиака исчезает полоса в оранжевой части спектра или же если спектр после добавления аммиака полностью поглощается («Vorschlagsschatten») (аммиак превращает коричневый цвет крови в красный).

Часто при прямой спектроскопии ушной раковины, слегка натянутой перед лампой накаливания, удается обнаружить характерную полосу в оранжевой части спектра.

Остальные симптомы, имеющие значение для диагноза отравления отдельными нитро- и аминокосоединениями, указаны при соответствующих веществах.

Терапия. Перемена одежды, ванна, особенно мытье волос головы и бороды.

При острых отравлениях средней тяжести: вдыхание кислорода. В тяжелых случаях: кровопускание, вливание раствора поваренной соли или рингеровского раствора; искусственное дыхание, клизмы с физиологическим раствором. В случае коллапса: холод, раздражение кожи, возбуждающие. При длительной коме: переливание крови. Вопрос о применении теплых ванн остается открытым: имеются и защитники и противники этого средства. Следует избегать введения больших количеств жидкости (молока, чая, кофе, алкоголя, углекислых напитков); можно применять нежные слабительные.

При хроническом отравлении: покой, свежий воздух, хорошее питание, средства, усиливающие кровеобразование.

При отравлениях нитросоединениями выздоровление протекает медленнее, чем при отравлениях аминокосоединениями. По большей части остается повышенная чувствительность к яду. Ввиду этого при рецидивах и даже при первом заболевании целесообразен перевод на другую работу.

Лечение кожных поражений симптоматическое.

Ср. также разделы «Общая токсикология» и «Лечение газоотравленных».

Профилактика. Пользование противогазом (см. «Индивидуальная защита»). См. также следующие инструкции.

Правила по охране труда в производстве анилина и паранитроанилина (с изменениями, внесенными Обяз. пост. НКТ СССР 5/III 1930, № 93). (Обяз. пост. НКТ СССР 29/VIII 1929, № 282; Прилож. к Изв. НКТ 1929 г., № 38—39 и Изв. НКТ 1930 г., № 14—15).

1. Общие положения

1. Производство анилина и паранитроанилина должно удовлетворять как общим требованиям, которым должны удовлетворять все производственные предприятия, так и специальным требованиям настоящих правил.

2. Администрация обязана:

а) Осведомлять вновь поступающих рабочих о всех опасностях работы с исходным, промежуточным и конечным продуктами производства.

б) Следить за соблюдением всех мер предосторожности, предусмотренных специальными инструкциями, утверждаемыми инспекцией труда.

3. Рабочие обязаны неуклонно соблюдать все установленные меры предосторожности.

4. В производстве анилина и паранитроанилина устанавливаются медицинские осмотры работников на следующих основаниях:

а) Все лица, желающие поступить на работу в производство анилина и паранитроанилина, подвергаются медицинскому осмотру перед приемом на работу. В случае обнаружения противопоказаний, указанных в списке*, соответствующие лица на работу не принимаются.

б) Все работники, занятые в производстве анилина и паранитроанилина, подвергаются медицинскому осмотру не реже одного раза в месяц. Если при осмотре обнаружится ухудшение здоровья работника в связи с его работой, то он, в соответствии с заключением врача, переводится на другую, менее вредную работу, и заменяется другим рабочим из числа запасных (ст. 5).

5. Администрация предприятия обязана готовить из состава рабочих других корпусов кадр рабочих для замены ими рабочих, переводимых из отделений по производству анилина и паранитроанилина на другие работы.

6. На все время функционирования отделений по производству анилина и паранитроанилина предприятия должны быть обеспечены первой медицинской помощью в соответствии с действующим положением о пунктах первой помощи на предприятиях. В корпусах должны иметься носилки и подушки с кислородом.

Цеховой административный персонал должен быть обучен тем приемам скорой помощи, которые должны применяться до прибытия врача.

II. Общие правила по устройству и содержанию рабочих помещений

7. Рабочие помещения должны быть высокими, светлыми, без сплошных междуэтажных перекрытий.

8. В крыше должны быть устроены фонари с легко открывающимися снизу фрамугами или жалюзи. Взамен последних допускается устройство вытяжных шахт.

9. Стены должны быть гладкими и в местах работы должны быть покрыты от пола до высоты человеческого роста материалом, непроницаемым для воды и нитро- и аминсоединений.

10. Пол должен быть гладким без щелей, непроницаемый для воды и нитро- и аминсоединений, со стоками и надлежащим уклоном.

11. Стоки должны быть плотно перекрыты и снабжены приспособлениями, препятствующими выбиванию газов.

Для спуска промывных вод необходимо пользоваться специальными люками.

В случае устройства стоков трубами должно быть устроено достаточное количество отстойных колодцев, легко и безопасно очищаемых...

13. Уборка помещения (обмывание из шланга, обеспыливание, применение пылесосов и пр.) должна производиться:

а) по мере надобности в течение смены;

б) обязательно перед окончанием каждой смены.

Уборка при аварии должна производиться согласно прилагаемой инструкции (см. ниже)...

17. На случай значительных аварий места нахождения рабочих должны быть обеспечены сигнализацией для немедленного вызова технического персонала.

* Список противопоказаний, приложенный к данным «правилам», опубликован вместе с последними в руководствах Якимчика и Марфенина (см. доп. лит.). Ред.

III. Специальные правила по устройству и оборудованию рабочих помещений

18. Механическим путем должны производиться следующие операции.

а) По производству анилина: просеивание восстановителя, транспортировка и загрузка его в редуктор, загрузка нитробензола и кислот, соли и извести, передача анилина во всех стадиях изготовления и рафинировки, удаление ила (шламма) и слив анилина.

б) По производству паранитроанилина: загрузка уксусной кислоты и анилина, подача анилина в ацетиляторы и выгрузка ацетанилида, подача и загрузка нитрующей смеси или кислот, подача продукта в сушику и с сушики в смесовой барабан и в тару, стирка салфеток с фильтрпрессов и выгрузка уксуснокислого натрия.

Для механизации слива анилина должна быть введена стандартная тара.

19. Для устранения необходимости частой чистки дистилляторов должно быть установлено предварительное отстаивание и фильтрация анилина.

Очистка анилиновых фильтров должна производиться после предварительной нейтрализации и промывки сильной струей воды.

23. Аппаратура должна быть максимально герметична и там, где это технически возможно, снабжена воздушниками, выведенными выше конька крыши, а также холодильниками достаточной мощности...

26. Люки таких аппаратов, как нитраторы и т. п., в которых реакция проводится при нормальном давлении, во время работы должны быть прикрыты легко открываемыми крышками, а самые аппараты, если тому не препятствуют условия реакции, должны иметь вытяжки.

27. В случаях, когда реакция должна идти под давлением, крышки люков должны иметь достаточной величины отверстия, закрываемые металлическими пластинками, выдерживающими не более двойного давления против рабочего давления.

28. Аппараты, как котлы, грануляторы, кристаллизаторы для ацетанилида, сепараторы и т. п., в которые выдавливаются (из аппаратов) продукты, могущие выделять вредные газы или пары или давать вредные брызги, должны быть закрыты плотными крышками и снабжены местной вытяжной вентиляцией.

29. Центрофуги и другие аппараты, предназначенные для обработки нитропродуктов, должны иметь местную вытяжную вентиляцию.

31. Замер легко воспламеняющихся и ядовитых жидкостей вручную не допускается.

32. Мерники и другие резервуары для подачи азотной кислоты и нитровальной смеси должны находиться вне рабочего помещения и должны быть изолированы от постороннего доступа.

33. Ручное вливание кислот и жидкостей, выделяющих вредные пары и газы в приемные резервуары из бутылей, должно производиться путем всасывания или сифонирования. Остаток из бутылей и бочек разрешается сливать путем опрокидывания их над воронкой.

Всасывание жидкости в сифон ртом воспрещается...

36. Все сборники растворов анилина и слабых кислот, а также чаны для отмывания изомеров паранитроанилина должны быть закрыты и снабжены вытяжками.

37. При операциях, происходящих с выделением пыли, паров или газов, должна быть устроена местная вентиляция — главным образом непосредственно из аппаратуры. Все помещения в целом должны быть обеспечены приточно-вытяжной вентиляцией, причем приток должен быть рассчитан согласно ст. 154 и прим. 3 к ст. 157 правил и норм для промышленного строительства, введенных в действие постановлением КомСТО по строительству 5/III 1929 г.

В случае невозможности проведения полной герметизации аппаратуры, должно быть по возможности обеспечено преваширование приточного воздуха над вытяжным, с максимальным приближением приточного воздуха к местам работы, однако с тем, чтобы была исключена возможность выдавливания воздуха в соседнее рабочее помещение.

При нахождении рабочего внутри аппарата и при очистке его должны иметься вентиляционные рукава для подачи внутрь его свежего воздуха.

38. В целях предохранения от обратного засасывания в рабочее помещение воздуха, загрязненного нитро- и амидопродуктами, должны быть приняты меры, обеспечивающие достаточную очистку воздуха, выбрасываемого из рабочих помещений.

Заводоуправление обязано организовать систематический контроль за чистотой воздуха, выбрасываемого из рабочих помещений.

39. Продолжительность пребывания рабочего в аппарате, опасном в отно...

шении отравления, не должна превышать 15 мин. При отсутствии признаков отравления перерыв должен составлять не менее 15 мин.

Очистка аппаратов, особо опасных в отношении отравления, должна производиться в присутствии мастера на месте работы или вблизи места работы.

40. Очистка аппаратуры, как то: редукторов, сборников, мерников, монжу и пр., должна производиться по общему правилу при нахождении рабочего вне аппарата.

В случае неизбежности нахождения рабочего при чистке внутри аппарата, последний предварительно промывается нейтрализующей смесью.

IV. Спецодежда

42. Рабочие должны быть снабжены спецодеждой по нормам НКТ СССР.

43. На случай аварии или промокания спецодежды или обуви должна быть обеспечена возможность немедленной замены их запасной спецодеждой и обувью, хранящимися в цехе.

V. Вспомогательные помещения

44. При каждом корпусе, в котором производится выработка анилина и паранитроанилина, должна быть оборудована отдельная изолированная пропускного типа раздевальня с душевой.

45. Для стирки спецодежды рабочих по производству анилина и паранитроанилина должна быть оборудована прачечная с предварительной нейтрализацией указанной спецодежды.

Операции нейтрализации отжима и промывки белья в прачечной должны быть механизированы. Сборщики, кладовщики и стирающие должны быть предупреждены об опасностях, связанных с этими операциями.

46. Для отдыха и приема пищи должно быть оборудовано помещение, совершенно изолированное от рабочих помещений и снабженное умывальниками, полотенцами, нейтрализующими растворами для мытья рук, питьевой водой и достаточным количеством скамеек и шкафчиков для хранения принесенной пищи.

Прием пищи, переодевание и курение в рабочих помещениях безусловно воспрещаются.

(Якимчик, 1930 г., стр. 301—306; Марфенин и др., 1935 г., стр. 471—475).

Приложение к ст. 13

Инструкция о мероприятиях по уборке помещений при авариях

1. В случае проливания небольших количеств анилина и других амидопродуктов соответствующие места обливаются слабой серной или уксусной кислотой и посыпаются опилками или песком или золой, по удалении которых эти места снова промываются водой. Аппаратура обмывается сильной струей воды.

2. Пролитый нитробензол засыпается опилками, которые убираются и сжигаются, а остатки нитробензола смываются водой.

3. Для нейтрализации пролитого анилина и других амидопродуктов в помещениях должны всегда иметься на определенных местах, известных всем рабочим, бутылки с растворами кислот.

4. Кислоты смываются большими количествами воды или же предварительно нейтрализуются щелочами, а затем смываются.

5. Пролитую азотную кислоту или нитровальную смесь следует засыпать чистым песком или заливать щелочью.

Песок или щелочь должны всегда иметься в определенных местах, известных всем рабочим.

Безусловно воспрещается засыпать пролитую азотную кислоту или нитровальную смесь опилками, землей, грязным песком, угольной пылью и другими продуктами, обуславливающими образование и выделение нитрозогазов.

6. Уборка помещений при аварии должна производиться в маске и рукавицах.

7. Доступ к месту аварии и ликвидации ее разрешается только в присутствии и по указанию заведующего корпусом или замещающего его лица.

8. В случаях аварий обязательно использование всех установленных защитных средств и приспособлений и полная смена всей спецодежды.

9. При значительных авариях рабочие, занятые на данной операции, а также другие рабочие, ближайшие к ним, обязаны оставлять место аварии. При этом, если авария произошла во время реакции, то по возможности следует предварительно принять меры к прекращению ее.

Оздоровительные мероприятия черноанилинового крашения и печатания (приложение к циркулярному письму НКТ СССР, ВСНХ СССР и ЦК профсоюза текстилей от 27/X 1928 г., № НКТ—625)

Анилин, прибывающий на фабрику в бочках, должен механически (при помощи вакуума) передаваться в резервуар.

Доставляемая на фабрику в бутылках соляная кислота переливается в турбину, а оттуда механически перекачивается (путем вакуума) в резервуар. При невозможности устройства турбины кислота сразу из бутылей перекачивается в резервуар.

Из указанных резервуаров анилин и кислота при помощи вакуума же передаются в травильный резервуар, над которым установлен футляр с вытяжкой и который снабжен механической мешалкой.

Из травильного резервуара солянокислый анилин механически (по трубам) передается в другие места для приготовления плюсса и печатных красок.

Приготовление плюсса (см. журнал «Предприятие» № 7 за 1928 г., отдел «Техника безопасности») должно производиться в чане, снабженном механической мешалкой; над чаном устанавливается колпак, соединенный с вытяжкой.

У места складки печатной краски должна быть установлена специальная вытяжка.

Плюсс из чана в плюссовку должен подаваться механически (по трубам).

Плюссование по способу Прейбиша (см. чертеж и объяснительную записку по способу Прейбиша в журнале «Предприятие» № 7 за 1928 г., отдел «Техника безопасности»). Плюссовки должны быть изолированы от окружающего пространства сплошными кожухами, снабженными вытяжкой, причем отверстие последней устанавливается на уровне отжимных валов (где имеет место наиболее сильное выделение паров анилина).

Плюсованный товар, проходящий в зрельник, должен идти по совершенно изолированному пространству.

Стенки зрельника должны строиться из материала с малым коэффициентом теплопроводности; в зрельниках во избежание улетучивания паров анилина должна иметься небольшая депрессия (преобладание вытяжки над нагнетанием).

Во избежание деформации роликов внутри зрельника, что влечет за собой засечки товара и необходимости вхождения рабочих внутрь зрельника, ролики в последних должны быть медные, а не деревянные.

Для обеспечения правильного наблюдения за ходом товара извне зрельников последние должны иметь двойные большие стеклянные окна и хорошо освещаться изнутри.

Товар, выходящий из зрельников в хромовые барки, должен также идти по изолированному пространству.

Хромовые барки, как и плюссовка, должны быть заключены в кожухи, соединенные с вытяжкой.

Плюссование по способу Приюдома (см. журнал «Предприятие», № 7 за 1928 г., отдел «Техника безопасности»). По отношению к плюссовкам и сушилкам Готфлю требования предъявляются те же, что и при способе Прейбиша.

Из сушилки Готфлю товар проходит через охлаждающую камеру, где он охлаждается до температуры приблизительно 25°.

Выходящий из готфлю товар тут же накатывается на машину, работа которой сопряжена единым движением с работой плюссовки и сушилки.

Около машины должна иметься вентиляционная установка, удаляющая улетучивающиеся здесь анилиновые пары.

При выходе из зрельника товар вновь проходит через охлаждающую камеру, где и охлаждается.

Печатание резервом по черноанилиновому плюссу и прямое печатание черноанилиновой краской. Во избежание накопления анилиновых паров вокруг сушилки в ней должна существовать депрессия воздуха.

Выходящий из сушилки товар подвергается охлаждению, проходя через охлаждающую камеру.

Рецептура черноанилинового плюсса и черноанилиновой печатной краски. Опыт работ по улучшению рецептуры должен быть расширен по линии уничтожения свободного анилина и общего уменьшения его содержания в плюссе и краске. (ИНКТ, 1928, № 50; Марфе-нин и др. «Техника безопасности и производственная санитария», 1935 г., стр. 428—430).

Извлечение из Правил устройства и содержания производственных предприятий по отбелке, окраске, набивке, печатанию и отделке тканей (Обязат. пост. НКТ СССР 2/ХІІ 1929 г. № 370).

3. Отделение заготовок красок

94. Полы амбаров для приема и хранения красок должны поддерживаться в чистоте.

95. В амбарах для хранения химических и других материалов должны быть отведены особые места для кислот и приняты меры против опрокидывания бутылей.

96. Развеска вредных красок и материалов (сернистые краски, паранитроанилин, нафтоль, альфанафтиламин, хромпик и другие ядовитые вещества) в заготовительных отделениях должна производиться в вытяжных шкафах с побудительной тягой.

97. Следующие работы должны производиться в особых помещениях, отделенных друг от друга:

- а) работы с анилином;
- б) процессы диазотирования;
- в) изготовление гидросульфита из бисульфита;
- г) изготовление растворов хлорной извести.

99. Процессы травки анилинового масла минеральными кислотами и диазотирования и изготовления гидросульфита из бисульфита, растворов хлорной извести и сульфированных масел должны быть механизированы.

В существующих фабриках допускаются отступления от требований настоящей статьи с разрешения местного (или соответствующего ему) органа труда...

101. Все процессы заготовления красок, сопровождающиеся выделением газов и паров, должны производиться под колпаком с побудительной тягой, обеспечивающей удаление паров и газов из мест их возникновения.

102. Кроме местных, вытяжных вентиляционных устройств, в заготовительных отделениях должна быть устроена общая приточная вентиляция, обеспечивающая достаточную подачу воздуха в упомянутые отделения.

103. Полы заготовительных отделений должны быть сделаны из непроницаемого для воды материала со стоками и уклонами, предупреждающими образование луж.

Полы заготовительных отделений должны тщательно и систематически очищаться от остатков пролитых растворов...

105. Для рабочих, занятых изготовлением красок с анилином и занятых другими работами с анилином, должны быть устроены души по расчету 1 души на 5 человек.

106. Вытяжные шкафы в лабораториях заготовительных отделений должны устраиваться с надлежащими отсосами для удаления тяжелых и легких паров и газов (например с засасывающими воронками вниз и вверх).

5. Печатные отделения

110. Подача черноанилиновой краски к печатным машинам должна производиться на тележках. При этом ушаты с краской должны плотно закрываться крышками.

115. Для мойки сукон, щеток, а также посуды, употребляемой для печатных красок, должно быть выделено особое помещение достаточно светлое и просторное, с местными устройствами для удаления пара...

118. Полы печатных отделений должны подвергаться по мере загрязнения систематической уборке и тщательной очистке от прилипающих красок.

119. В печатных отделениях должна быть устроена рациональная искусственная вентиляция.

120. В помещении плюсовых должна быть устроена общая приточная вентиляция и местная вытяжная вентиляция от черноанилиновых плюсовых.

6. Помещения печатных сушилок и помещения зрелок

123. Вытяжная вентиляция из сушильных и зрелых камер должна быть устроена таким образом, чтобы исключена была возможность проникания вредных газов и паров в рабочие помещения.

124. Внутри сушильных и зрельных камер должно быть устроено достаточное освещение...

8. Красильные отделения

130. В красильных отделениях должна быть устроена приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая удаление вредных газов из помещения, а также обеспечивающая обестуманивание воздуха в помещении...

134. Развеска красок в кубовых отделениях должна производиться в вытяжных шкафах...

162. Для приготовления красок должно быть выделено особое помещение, снабженное соответствующей вентиляцией...

171. Вход в запарные и зрельные камеры во время работы их разрешается лишь в респираторах с прокладками, пропитанными нейтрализующими вредные газы и пары веществами, и лишь в то время, когда температура в запарной камере не превышает 60°, а в зрельной камере не превышает 40°.

Правила безопасности работ при пропитке шпал триолитом и маленитом и при погрузке, разгрузке и укладке пропитанных шпал (Обяз. пост. НКТ СССР 16/VI 1930 г. № 211, Изв. НКТ 1930 г., № 19) имеют также определенное значение с точки зрения борьбы с отравлениями нитросоединениями, поскольку триолит содержит 15% динитрофенола*.

1. На шпалопропиточных заводах изготовление растворов из порошкообразных триолита и маленита должно быть возложено на особое лицо, специально ознакомленное с мерами предосторожности, необходимыми при изготовлении растворов...

3. Засыпка порошкообразного антисептика в сосуды с водой, назначенные для изготовления растворов, должна производиться герметическим способом и при этом так, чтобы была исключена возможность попадания пыли от антисептика в воздух.

Размешивание растворяемого в воде антисептика также должно производиться закрытым путем, исключая возможность попадания брызг от раствора на работающего.

4. Самое изготовление растворов производится в светлом, хорошо вентилируемом и изолированном помещении.

Это помещение должно иметь гладкие стены и водонепроницаемые полы с надлежащим уклоном и отводом для стока воды. По окончании работы по растворению антисептиков полы в помещении обмываются водой для удаления пыли...

7. Просушивание пропитанных шпал в вакууме должно быть настолько энергичным, чтобы материал выходил из пропиточного цилиндра достаточно высушенным.

8. При пропитке шпал триолитом и маленитом закатка вагонеток со шпалами в пропиточный цилиндр и выкатка этих вагонеток из цилиндра должны быть механизированы.

Вход в пропиточный цилиндр строго воспрещается.

9. Очистка цилиндра после пропитки от пропиточных остатков должна производиться путем промывки или иным способом, устраняющим необходимость входа рабочего в цилиндр.

10. Разгрузка вагонеток от пропитанных шпал и погрузка шпал на платформы и в вагоны должны быть механизированы и во всяком случае должны производиться способами, исключаящими необходимость непосредственного соприкосновения рабочих с пропитанными шпалами.

11. Переноска и укладка пропитанных шпал на пути должна производиться инструментами, исключаящими необходимость непосредственного соприкосновения рабочих с пропитанными шпалами.

(Якимчик, 1930 г., стр. 502.)

* Кроме динитрофенола триолит содержит 5% двуххромовокислого калия и 30% фтористого натрия.

**Обязательное постановление НКТ СССР 16/III 1929 г. № 116 о вос-
прещении употребления азотной и серной кислоты и их соединений
с примесью динитрохлорбензола в некоторых производствах**

1. Азотная и серная кислота и их соединения не допускаются к употреблению с примесью динитрохлорбензола во всех производствах, где рабочие непосредственно соприкасаются с азотной или серной кислотой или их соединениями или где работа связана с необходимостью вдыхания паров азотной или серной кислоты или их соединений.

Примечание. Настоящая статья не распространяется на химические производства, производящие нитросоединения бензола и хлорбензола и употребляющие динитрохлорбензол и азотную или серную кислоту или их соединения в качестве полупродукта.

2. НКТ союзных республик могут выдавать разрешение на употребление азотной и серной кислот и их соединений с примесью динитрохлорбензола тем производственным предприятиям, в которых приняты соответствующие меры против возможности отравления рабочих динитрохлорбензолом.

3. Тара для азотной и серной кислот и их соединений с примесью динитрохлорбензола должна быть снабжена особой надписью с указанием процентного содержания динитрохлорбензола.

Литература

1. Curschmann, Erkrankungen durch Nitro- oder Aminoverbindungen der aromatischen Reihe. (Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen. Berlin 1930). См. также Merkblatt des Reichsgesundheitsamts über Vergiftungen beim Arbeiten mit nitrirten Kohlenwasserstoffen der aromatischen Reihe usw. 1918.
2. Heubner, Zentralblatt Gewerbehyg., 2, 409 (1914).
3. Heubner u. R. Meier, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 1, 3 (1924).
4. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, (1917) (там же литература).
5. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 254, 1927.
6. Lipschitz, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 11 (1926). Ztschr. f. physiol. Ch 1920.
7. Müller, Zentralblatt Gewerbehyg. 2 (1914).
8. Thies, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 5, 303 (1928).

Дополнительная литература

Carozzi, Nitro-aminoderivés aromatiques. Hygiène du travail, № 263, Genève (1931).

Израэльсон и Шафранова, ст. в книге: «Индивидуальные защитные приспособления, Соцгиз (1932).

Дунаевский и Дубашинская, Морфология крови и биохимические изменения при воздействии на организм человека ароматических нитро- и аминоксоединений (действие нитропроизводных бензола на организм), Труды и материалы Укр. гос. инст. патол. и гиг. труда (1935).

Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, Профиздат (1935).

Шапиро, К вопросу о чувствительности кожи к нитропроизводным бензола, Труды и материалы Укр. гос. инст. патол. и гиг. труда (1935).

Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, 4-е изд. Гострудиндат (1930).

Нитробензол

Формула: $C_6H_5NO_2$. Мол. в. 123,05.

Получение. Действием смеси азотной и серной кислот на бензол.

Свойства. Жидкость, бесцветная с желтоватым оттенком, сильно преломляет свет. Запах горьких миндалей; предел оскутмости его 0,040 мг/л. Темп. плавления $5,7^\circ$; темп. кип. $210,6^\circ$; уд. вес при $15^\circ/15^\circ$ 1,2093. Вес литра пара 5,12 г. Плохо растворим в воде. Легко растворим в органических растворителях. Часто загрязнен примесью нитротолуола. Точка кипения в этом случае повышается до 235° . Вы-

сокие концентрации паров нитробензола могут быть получены при нагревании его в смеси с другими веществами (Деман).

Возможности отравления. При применении в парфюмерии и мыловаренной промышленности, при полировке, на производстве взрывчатых веществ, анилиновых красок, лака для кожи. Гораздо чаще, чем отравления через органы дыхания, имеют место отравления через кожу и желудок.

Общий характер токсического действия. Такой же, как и всех нитросоединений.

Явления отравления

1. У животных. Кошки хорошо переносят концентрации 0,5 мг/л, соответствующие приблизительно около 100 частям пара на миллион, в течение 6—9 час. 0,6 мг/л — соответствующие приблизительно 120 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 7—9 час. вызывают слюнотечение, одышку, рвоту; на следующий день животные приходят в нормальное состояние. Кролики переносят те же концентрации без каких-либо заметных последствий^{1, 5}.

2. У человека. Острые внезапные отравления от вдыхания в течение короткого промежутка времени больших количеств паров или тумана нитробензола случаются редко; они выражаются во внезапной потере сознания и явлениях паралича; таким образом на первый план в этих случаях выступают наркотические явления.

Большей частью мы имеем дело с продолжительным вдыханием небольших количеств. Оно приводит главным образом к изменениям в крови. В случаях введения несколько большей концентрации после продолжительного вдыхания незначительных концентраций может произойти внезапная острая метгемоглобинемия.

Для отравления нитробензолом характерен запах горьких миндалей в выдыхаемом воздухе. Первоначально бледное лицо приобретает постепенно все больше серо-голубой цвет, особенно нос, уши и губы, а также десны, пальцы рук и ног. Но даже и при острых отравлениях окраска эта появляется не раньше, чем через 3 часа. При этом субъективных симптомов заболевания еще не имеется. В дальнейшем появляется шаткая походка, невнятная речь, понижение слуха и зрения; нередко — тошнота и рвота. Впоследствии присоединяется головокружение, озноб, сонливость, головная боль, угнетение. В тяжелых случаях появляется кома; глаза неподвижны или же «ротируют». Сознание может быть еще сохранено при наличии сильного упадка сердечной деятельности и пульса и неравномерном дыхании (см. таблицу на стр. 566).

Как последствия наблюдаются анемия, слабость сердечной деятельности, быстрый упадок сил, различные нервные и неврастенические жалобы, сильная раздражительность.

Рецидивы появлялись, несмотря на удаление больного из отравленной атмосферы, спустя много дней, и часто продолжались месяцами, причем вновь появлялся цианоз.

Нитробензол выделяется частью в неизмененном виде через легкие; запах горьких миндалей в выдыхаемом воздухе держится в течение многих дней. В моче выделяется *p*-аминофенолсерная кислота⁴.

Диагностика. Запах горьких миндалей в выдыхаемом воздухе. Остальные симптомы — см. предыдущий раздел, там же см. «Терапия».

Определение. Пропусканием паров через уголь; нитрованием или амидированием.

Токсичность нитробензола для человека

Экспозиция и действие	мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)
а) По Леману		
1/2—1 час. экспозиция перенесена без немедленных или поздних последствий	1—1,5	200—300
6 час. экспозиция перенесена без значительных симптомов	0,3—0,5	60—100
б) По Гендерсону-Хатгарду		
Легкие симптомы после вдыхания в течение многих часов	0,2—0,4	40—80
При 1-часовой экспозиции высшая концентрация, не вызывающая серьезных расстройств	1,0	200

Литература

1. Damblyeff, Diss. Würzburg 1908.
2. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917).
3. Koelsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 376. 1926.
4. Meyer, Ztschr. f. physiol. Ch. 46, 497 (1905).
5. Zieger, Diss. Würzburg 1913.

Дополнительная литература

- Bjerre, Three cases of Poisoning with Nitrobenzene, Journ. Amer. med. Assoc. 99, № 16 (1932).
- Bonzanigo, Deutsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Mediz. 16, 246 (1931).
- Engel, Nitrobenzène. Hygiène du travail, № 252, Genève (1931).
- Leader, Nitrobenzolvergiftungen. Arch. Pediatr. 49 (1934).
- Гельман, Введение в клинику профотравлений, 248, Москва 1929.
- Кавалеров, Труды 2 Всес. съезда профгиг. и техн. безопас. (1930).
- Лебедев, Гигиена безопас. и патол. труда № 8—9, 73 (1931).
- Харченко и Лейтес, Оздоровление труда и революция быта, 19, 116 (1928); 24 (1927).
- Четвериков, Гиг. труда № 4, 50 (1928).
- Рабинович, Клинические наблюдения над хроническим проф. отравлением нитробензолом, Врач. дело № 5 (1934).

Хлорнитробензолы

Формула: $C_6H_4Cl \cdot NO_2$ [1, 2 или 1, 4]. Мол. в.: 157,5. Вес литра пара 6,55 г.

Получение. Медленным воздействием смеси азотной и серной кислот на хлорбензол; отделение обоих изомеров фракционной кристаллизацией и перегонкой.

Свойства

о-Хлорнитробензол: игольчатые кристаллы; темп. пл. 32,5°, темп. кип. 246°.

р-Хлорнитробензол: призмы или пластинки; темп. пл. 83,5°, темп. кип. 242°.

Жидкая смесь большого количества о-соединения и небольшой части р-соединения употребляется в производстве взрывчатых веществ под названием «Torpfol». Запах ее сходен с запахом нитробензола, но более острый.

Возможности отравления. На производстве взрывчатых веществ.

Общий характер токсического действия: аналогичен действию ароматических нитросоединений. Токсичнее нитробензола.

Явления отравления. а) У животных

1. *о*-Хлорнитробензол. Вдыхание концентраций 0,05—0,18 мг/л, соответствующих приблизительно 8—28 частям на миллион, в продолжение трех суток подряд, всего в течение 17½ час., вызывали у кошек смерть⁷.

От вдыхания концентраций в 0,1 мг/л, соответствующих приблизительно 16 частям пара на миллион, ежедневно в течение 8 час. кролики погибали через 8—18 дней, кошки через 8—14 дней. Одно животное выжило¹.

2. *р*-Хлорнитробензол менее токсичен, чем ортосоединение: концентрация в 0,2 мг/л, соответствующая приблизительно 31 части пара на миллион, при вдыхании также в продолжение 17½ час. в течение трех дней подряд, вызвала у кошек лишь сонливость и болезненное состояние⁷.

3. «Tgorföb». Кошки переносят без вреда концентрацию в 0,1 мг/л, соответствующую приблизительно 16 частям пара на миллион, при вдыхании в течение 9½ час. Ингаляция той же концентрации вещества вместе со спиртом в течение 6 час. вызывала смерть при явлениях метгемоглобинемии. При распылении «Tgorföb» была достигнута концентрация 0,7 мг/л, соответствующая 110 частям пара на миллион; после пребывания в ней в течение нескольких часов отмечены смертельные заболевания кошек и кроликов. Однако при этом оказывала повидимому дополнительное действие резорбция через кожу, так как при соответствующей защите кожи концентрации до 3,2 мг/л, или приблизительно 500 частей пара на миллион, оказались переносимыми при вдыхании в течение 6 час.¹

б) У человека. До сих пор известны лишь немногие случаи отравления. Наблюдавшиеся при этом явления в общем сходны с таковыми при отравлениях нитробензолом. Как и в последнем случае, во выдыхаемом воздухе ощущается запах масла горьких миндалей. Алкоголики чувствительнее к хлорнитробензолу, чем непьющие². Интересен случай, когда вдыхание разбрызганного при центрифугировании препарата вызвало тяжелое нервное и психическое заболевание⁴. Смешанное отравление нитробензолом и *о*- и *р*-нитрохлорбензолом описано Шванке⁶.

Аналогично действует также бромнитробензол⁴.

Диагностика и терапия. См. «Ароматические нитро- и аминсоединения».

Литература

1. Dressler, Diss. Würzburg 1910.
2. Koelsch y Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 378. 1926.
3. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 255. 1919. (Русский перевод — Леман, Кр. учебник рабочей и профессиональной гигиены, стр. 263, 1923).
4. Leymann, Concordia (Berl.) 1902, № 5.
5. Renshaw, Arnold a. Ashcroft, Journ. ind. Hyg., 8, 67.
6. Schwanke, Klin. Wschr. 9, 2209 (1930).
7. Sturm, Diss. Würzburg 1908.

Дополнительная литература

- Bonzanigo, Deutsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 16, 249 (1931).
Gerbis, Fühners Samml. v. Vergift. 3, Lief. 5 (1932).

Динитробензол

Формула: $C_6H_4(NO_2)_2$ [1, 3]. Мол. в. 168,05.

Получение: Продолжают дальнейшую нитрацию технического нитробензола смесью азотной и серной кислот. Неочищенный продукт по возможности освобождают центрифугированием от воды и маслянистых примесей (о- и р-динитробензол) и перекристаллизовывают из теплого бензола или толуола. Получается преимущественно *м*-динитробензол.

Свойства

м-Динитробензол. Светложелтые пластинки, с малой летучестью. Темп. пл. 90° , темп. кип. 297° . Вес литра пара 7,0 г. Почти не растворим в воде, мало растворим (3,5%) в спирту, легко растворим в бензоле.

о- и р-Динитробензол (темп. пл. $116,5^\circ$ и $171-172^\circ$) технически не применяются и поэтому практического значения с точки зрения отравлений не имеют.

Возможности отравления. Вдыхание пыли или пара при получении *м*-фенилендиамина и *м*-нитроанилина, а также взрывчатых веществ на заводах при наполнении снарядов. При этом отравления вследствие резорбции через кожу случаются чаще, чем отравления, вызванные вдыханием паров или пыли вещества.

Общий характер токсического действия. Такой же, как у всех нитросоединений.

Технический продукт по токсичности мало отличается от чистого вещества⁷.

Явления отравления

1. У животных. Уайт и Гай⁸ нашли в своих опытах с ингаляцией динитробензола, что последний действует моментально. Цигер⁹, наоборот, не нашел никаких признаков отравления у кошек при вдыхании в течение $7\frac{1}{2}$ час. концентрации в 0,1 мг/л, соответствующей примерно 15 частям пара на миллион.

Выделение яда у кроликов происходит вероятно в форме нитроаминофенола⁵.

2. У человека^{2,6}. Острые отравления вследствие вдыхания пыли или пара случаются редко; большей частью имеют место подострые и хронические отравления. Явления наступают после воздействия вещества лишь спустя 8 или 12 час. и позже, а иногда могут быть вызваны (провоцированы) употреблением спирта.

1. Острое отравление*

А. Вдыхание малых количеств в течение ограниченного промежутка времени.

а) Субъективно: слабость, головная боль, головокружение, отсутствие аппетита, расстройство пищеварения, иногда также зуд кожи.

б) Объективно: общая бледность, синеватая окраска видимых слизистых и щек, незначительная желтоватая окраска склер.

В. Вдыхание более значительных количеств в течение ограниченного промежутка времени.

а) Субъективно: вышеприведенные жалобы в более сильной степени; чувство страха, шум в ушах, учащенное дыхание, сердцебиение,

* Схема по Кельшу³.

чувство «ползания мурашек», головокружение, обморок, бессонница, боли при мочеиспускании.

β) Объективно: синюшное окрашивание с коричневым оттенком (смещение цвета метгемоглобинемии-цианоза и желтухи); склеры окрашены в желтый цвет, тяжелое дыхание, учащенная слабая сердечная деятельность, явления паралича, мышечные подергивания, спазмы, расстройства зрения, потение, рвота, повышенные рефлексы, угнетение, доходящее до потери сознания в течение многих часов. Кроме того у женщин часто задержка или усиление менструации и болезненность их. Кровь окрашена в коричневый цвет, вязкая (дегтеобразная); определяется метгемоглобин. Спустя 1—2 дня явления распада красных кровяных телец, часто одновременно с явлениями регенерации. В моче находят часто составные части крови, желчные пигменты, белок и цилиндры.

Прогноз большей частью благоприятный; выздоровление наступает обычно очень быстро, в зависимости от тяжести случая — от нескольких дней до четырех недель (максимально). Смертные случаи бывают редко; смерть наступает при явлениях комы, упадка сердечной деятельности и дыхания, иногда с судорогами, похолоданием конечностей, непроизвольным выделением мочи и кала.

2. Подострое и хроническое отравление (вдыхание малых количеств в течение длительного периода времени (1—4 мес.), большей частью с предшествующими легкими отравлениями.

α) Субъективно: слабость, головная боль, жалобы на расстройство пищеварения, особенно тошноту, дурной вкус во рту, чувство головокружения до пошатывания, дрожание век, чувство слабости, сжатия груди, одышка, сердцебиение, иногда чувство давления в области желудка и печени. В общем все же жалобы бывают незначительными. Самочувствие и аппетит вначале хорошие.

β) Объективно: прежде всего все возрастающая анемия с уменьшением количества гемоглобина (до 30%) и общего веса; сухая неэластичная и холодная кожа, возрастающая желтуха, временами сопровождаемая и маскируемая все более усиливающимся цианозом, кожа впоследствии бледножелтого до грязного серо-желтого оттенка. На высоте заболевания или в случаях приема несколько более значительных количеств яда — в последнем случае часто после внезапных обморочных состояний — появляется резко выраженный цианоз, особенно на ушах, губах, кончиках пальцев, часто окрашенных в черносиний цвет. Сердечная деятельность слабая, неправильная; кожные и сухожильные рефлексы повышены; часто тяжелое помрачение сознания, соединенное с состоянием возбуждения и судорогами; у женщин часто расстройства менструаций; выраженная метгемоглобинемия; в большинстве случаев имеется длительное и резко выраженное поражение зрительного нерва, иногда до потери зрения¹, моча желто-коричневого цвета, содержит в большом количестве составные части желчи и большей частью также белок и цилиндры. В самых тяжелых случаях печень первоначально опухает, а затем постепенно все более уменьшается (острая желтая атрофия печени); смерть большей частью в коматозном состоянии. Продолжительность заболевания 1—3 недели.

Прогноз при хроническом отравлении до наступления сморщивания печени все еще благоприятный, однако изменения крови требуют длительного лечения.

Часто наблюдаются переходы между различными формами заболевания.

Иногда появляется раздражение кожи: узелковая форма экземы с резкой краснотой и отеком.

Последующие заболевания те же, что и при отравлениях нитробензолом.

Диагноз и терапия. См. ароматические нитро- и аминосоединения.

Литература

1. Cords, Zentralblatt Gewerbehyg. 7, 6 (1919) (там же литература).
2. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teichy, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 377. 1926.
3. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917).
4. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 233. 1927.
5. Lipschitz, Ztschr. f. physiol. Ch. 109, 189 (1920).
6. Merkblatt des Reichsgesundheitsamtes (Curschmann) 1918.
7. Strassmann u. Sirecker, Friedreichs Bl. 47, 241 (1896).
8. White a. Hay, Lancet 1904, II, 582.
9. Zieger, Diss. Würzburg. 1903.

Дополнительная литература

- Bonzanigo, Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 16, 249 (1931).
Васкевич, Гиг. труда № 4, 91 (1928).

Хлординитробензол (динитрохлорбензол)

Формула: $C_6H_3 \cdot Cl \cdot (NO_2)_2$ [1, 2, 4]. Мол. в. 202,5.

Получение. Из о-хлорнитробензола дальнейшей нитрацией.

Свойства. Ромбические кристаллы. Темп. пл. 51° , темп. кип. 315° .

Возможности отравления. В промышленности анилиновых красок.

Явления отравления. Действие пыли аналогично действию хлорнитробензола, но сильнее и вызывает прежде всего сильное раздражение слизистых.

Литература

- Baustein, Lancet, 1912, 36, no Zentralblatt Gewerbehyg. 2, 193 (1914).

Дополнительная литература

- Bonzanigo, Deutsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Mediz. 16, 250 (1931).
Ведров, Arch. f. Dermat. 154 (1928); Arch. f. Gewerbepathol. 3, 509 (1932);
Советский вестн. дерматологии 9, 226 (1931).
Лазарев и Астраханцев, Хим. вредные вещества в пром., ч. I, стр. 334, Госхимтехиздат (1933) (там же литература).
Навроцкий, Гигиена труда № 6 (1927). Гигиена безопасн. и патол. труда, № 1, 51 (1929).
Смирягин и Шапиро, Труды и материалы Укр. гос. инст. раб. мед., вып. 5, 145, Харьков (1926).
Харченко и Лейтес, Оздоровление труда и револ. быта, 19, 116 (1928).

Тринитробензол

Формула: $C_6H_3(NO_2)_3$. Мол. в.: 213,05.

Получение. Нитрацией динитробензола.

Свойства. Вес литра пара 8,86 г.

1, 3, 5-тринитробензол. Пластины, прозрачные, темп. пл. 61° и 121° . Трудно растворим в воде, легко растворим в бензоле.

1, 2, 4-тринитробензол. Кристаллы, светложелтые, темп. пл. 61° .

Действие. Тринитробензол оказывает на человека несколько более сильное действие, чем весьма токсичный *m*-динитробензол². Случаи отравления в литературе не описаны¹.

Литература

1. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917).
2. White a. Hay, Lancet 1901, II, 582.

Нитротолуолы

Формула: $C_6H_4 \cdot CH_3 \cdot NO_2$. Мол. в. 137,06.

Получение. *o*-, *p*- и *m*-Нитротолуол получают одновременно при нитровании толуола; преобладают *o*- и *p*-соединения. Изомеры отделяют друг от друга фракционированием.

Свойства

o-Нитротолуол. Жидкость, светложелтого цвета, темп. кип. 222°.

p-Нитротолуол. Бесцветные кристаллы. Темп. кип. 238°, темп. пл. 54,5°.

m-Нитротолуол. Жидкость, светложелтого цвета. Темп. кип. 231°.

Вес литра пара 5,7 г.

Возможности отравления. Ингаляция пыли и капелек в промышленности взрывчатых веществ, на снаряжных заводах и в анилинокрашной промышленности.

Общий характер токсического действия. Как у всех ароматических нитросоединений, но гораздо более слабый.

Явления отравления

1. У животных. Пары (0,25 мг/л, что соответствует 45 частям пара на миллион при экспозиции 10½ час.) почти не оказывают действия на кошек и кроликов. Быстро и легко всасывается кожей, но действует менее токсично, чем нитробензол⁴.

2. У человека. Все три нитротолуола обладают лишь весьма незначительной токсичностью. Действие аналогично действию нитробензола, но слабее. Оно выражается главным образом в анемии и метгемоглобинемии, большей частью лишь при длительной работе и у отдельных лиц. Возможные случаи более серьезных поражений следует вероятнее всего приписать примесям (тетранитрометан и др.)². Шванке³ описал случай комбинированного отравления нитротолуолом с *o*- и *p*-нитрохлорбензолом.

Литература

1. Friedländer, Zentralblatt Gewerbehyg. 6, 383 (1918).
2. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917).
3. Schwanke, Klin. Wschr. 9, 2209 (1930).
4. Zieger, Diss. Würzburg 1903.

2, 4-Динитротолуол

Формула: $C_6H_3 \cdot CH_3(NO_2)_2$. Мол. в. 182,06.

Получение. Нитрацией *p*-нитротолуола.

Свойства. Иглы беловатого цвета. Темп. пл. 70,5°. Очень мало растворим в воде, легко растворим в бензоле. Вес литра пара 7,57 г.

Возможности отравления. При вдыхании пыли на заводах ани-

линовых красок и взрывчатых веществ. Из всех изомеров техническое значение имеет лишь 2,4-динитротолуол.

Общий характер токсического действия. Такой же, как и всех ароматических нитросоединений.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание паров (0,16 мг/л, что соответствует 21 частям на миллион, при 7-часовой экспозиции) не оказывало действия на кошек. При действии на кожу динитротолуол, наоборот, оказался токсичным³.

2. У человека. Иногда наблюдались головная боль, головокружение, изредка также легкий цианоз губ и лица. Применявшееся вещество оказалось однако не чистым³.

В одном случае рабочий ушел с производства внешне здоровым, несколько же часов спустя после умеренного приема пива заболел временным острым помешательством и потерей памяти¹.

Литература

1. Friedländer, Neur. Zentralblatt 1900, 255.
2. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917).
3. Zieger, Diss. Würzburg 1903.

Дополнительная литература

Bonzanigo, Deutsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Mediz. 16, 251 (1931).

Тринитротолуол

Формула: $C_6H_2 \cdot CH_3 \cdot (NO_2)_3$ [2, 4, 6]. Мол. в. 227,06.

Получение. Нитрацией 2, 4-динитротолуола.

Свойства. Кристаллы светложелтые, постепенно темнеют на свету. Темп. пл. чистого продукта 80,6°. Очень трудно растворим в воде, легко в бензоле. Окрашивает кожу в желтый цвет. Вес литра жара 9,44 г. Технический продукт с темп. пл. 78—79° может содержать изомерные тринитротолуолы, нитрованные бензолы, углеводороды, окислы азота, но больше всего тетранитрометан².

Возможности отравления. На производстве взрывчатых веществ и среди рабочих снарядных заводов вследствие вдыхания пыли или паров расплавленного вещества.*

Общий характер токсического действия. Действие то же, что и у ароматических нитросоединений, но слабее; кроме того умеренное раздражающее действие.

Явления отравления

1. У животных. Тринитротолуол химически чистый испаряется в столь незначительной степени, что пары его вряд ли могут оказать вредное действие:

Вдыхание тончайшей пыли вещества в «крайне незначительных» количествах, не определенных взвешиванием, вызывало у кошек потерю аппетита, похудание, бронхиты. Животные погибли через 1—4 недели. На вскрытии были обнаружены геморрагические очаги в легких. Не исключено также влияние резорбтивного отравления (слизывание пыли с шерсти). Всасывание через кожу было незначительно⁴.

2. У человека. Чистый тринитротолуол практически не токсичен: при длительном наблюдении в течение многих месяцев Кельш не мог ни разу отметить каких-либо субъективных или объективных симптомов интоксикации. Технический продукт не является безвредным веществом. Заболевания следует приписать главным образом примесям технического тринитротолуола².

Явления отравления выражаются в раздражающем и общем действии.

Явления раздражения вызываются преимущественно распылением порошкообразного тринитротолуола и повидимому обусловлены преимущественно примесью тетранитрометана. Они почти всегда исчезают с переменой работы или при применении соответствующих предохранительных мероприятий. Появляются: чувство жжения в глазах, слезотечение, головная боль, царапание в зеве, катарральное раздражение дыхательных путей, чувство сжатия в груди, иногда упорный сухой кашель, горечь во рту, отрыжка, тошнота и рвота, в начале заболевания запор, затем понос с коликообразными болями. На коже отмечается воспаление с сильным зудом и жжением, местами красные пятнышки, пузырьки, а также папулы. В стадии заживления наблюдается шелушение или отторжение слипшихся пластов. Поражаются преимущественно поверхности тела, наиболее соприкасающиеся с пылью. Пот и нечистоплотность способствуют кожным поражениям; кроме того играют роль и индивидуальные особенности организма.

Общее действие вызывается преимущественно резорбцией со стороны слизистых вследствие проглатывания пыли или всасывания через кожу. Оно проявляется характерными для ароматических нитросоединений явлениями, но в более слабой степени. Во время мировой войны были нередки смертельные случаи вследствие поражения печени (по данным статистики заболеваний рабочих английских и американских военных заводов).

Молодые и слабые малокровные лица более чувствительны к тринитротолуолу, а также и к другим ароматическим нитросоединениям. То же относится к женщинам, а также алкоголикам. С другой стороны, наблюдались рабочие, проявившие длительную невосприимчивость к тринитротолуолу, несмотря на постоянную опасность интоксикации.

Тринитротолуол, введенный в организм, выделяется с мочей в виде соединения с глюкуроновой кислотой 2,6-динитро-4-оксиаминотолуола.

Попадание тринитротолуола в организм может быть доказано исследованием мочи реакцией Вебстера.

12,5 см³ мочи смешивают с равным количеством разведенной серной кислоты (20 объемн. частей концентрированной серной кислоты с 80 объемн. частями воды), встряхивают в делительной воронке с 10 см³ эфира, водный раствор сливают, оставшийся эфирный раствор промывают 25 см³ воды, затем смешивают в пробирке с 5 см³ спиртового раствора едкого кали (4—5 г КОН в 100 см³ абсолютного спирта). В присутствии тринитротолуола появляется, смотря по количеству последнего, окраска от розового до пурпурного цвета. Появление этой окраски должно быть проверено сейчас же, так как она, особенно в случаях слабо положительной реакции, быстро переходит в коричневый цвет. Реакция исключительно чувствительная. Она появляется у всех рабочих, работающих с тринитротолуолом, и может быть обнаружена уже в течение первой недели работы; иногда спустя лишь 14 дней. Она сохраняется еще в течение нескольких дней по прекращении работы¹.

Появление реакции без добавления серной кислоты указывает на механическое загрязнение мочи примесью тринитротолуола.

Диагностика, терапия и профилактика. Ср. раздел «Ароматические нитро- и аминоксоединения».

Литература

1. Curschmann, Merkblatt für Aerzte über Vergiftungen mit nitrierten Kohlenwasserstoffen usw. 1918.
2. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917) (там же литературные указания).
3. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 379. 1926.
4. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 257. 1919. (Рус. перевод — Леман, Кр. учебник рабочей и профессиональной гигиены, стр. 264. 1923).
5. Moore, Medical Research Committee, Special Report Series № 11. 1917.

Дополнительная литература

Teiſſinger, Arch. f. Gewerbepathol. 4, 491 (1933).

Нитроксилол

Формула. $C_6H_3(CH_3)_2NO_2$. Мол. в. 151,08.

Образующаяся при нитровании ксилола смесь пяти изомеров с высокой точкой кипения, служит исключительно для производства ксилитинов. Она действует, как нитробензол, но слабее.

Литература

1. Friedländer, Chem. Ind. 1905, 444.
2. Koelsch, u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 381. 1926.

m-Тринитроксилол

Формула: $C_6H(CH_3)_2(NO_2)_3$. Мол. в. 241,08.

Темп. пл. 180° .

Применяется в производстве взрывчатых веществ. В опытах на животных оказался практически безвредным, точнее — еще менее токсичным, чем чистые нитротолуолы.

Литература

Ilzhöfer, Arch. f. Hyg. 87, 213 (1918).

Нитрофенолы

Формула: $C_6H_4 \cdot OH \cdot NO_2$. Мол. в. 139,05.

Три изомерных нитрофенола, из которых p-соединение является наиболее токсичным, как дыхательные яды не могут иметь значения, так как они распыляются лишь в незначительной степени.

Литература

Lehmann u. Schmidt-Kehl, Arch. f. Hyg. 96, 363 (1926).

Динитрофенол

Формула: $C_6H_3 \cdot OH \cdot (NO_2)_2$ [1, 2, 4]. Мол. в. 184,05

Получение. Кипячением 1-хлор-2,4-динитробензола с раствором соды и последующим лодкислением.

Свойства. Желтоватые кристаллы. Темп. пл. 114—115°. Вес литра пара 7,65 г. Легко растворим в бензоле, в воде — лишь слабо (около 1:200); с парами воды улетучивается около 3 г/л. Летучесть 2:

16°	1,5 мг/м ³
22,5°	4 "
36°	10 "
50°	27 "
65°	203 "

Возможности отравления. На производстве анилиновых красок и взрывчатых веществ при вдыхании капелек, пыли, паров. Всасывание через кожу большого значения не имеет. Чистый и технический препараты приблизительно одинаково токсичны.

Общий характер токсического действия. Такой же, как и у других ароматических нитросоединений, но слабее нитробензола. Кроме того обладает местно раздражающим действием на слизистые. Динитрофенол следует причислить к довольно ядовитым веществам¹.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание в течение многих недель воздуха помещений, насыщенных динитрофенолом, оказалось безвредным⁸.

Не оказало также никакого действия на кошек вдыхание водяного пара насыщенного динитрофенолом¹.

Кельш¹ подвергал кошку ежедневно в продолжение 5 суток в течение 1 часа действию паров расплавленного динитрофенола. У животного наблюдались нарастающие явления раздражения слизистой и увеличивающееся расстройство дыхания. Смерть при явлениях судорог через $\frac{3}{4}$ часа после пятого опыта. Не исключено здесь действия яда через желудок. При приеме внутрь 0,05 г/кг быстро наступает смерть. В 39 опытах, проведенных в продолжение 55 дней, вдыхание пара по $\frac{1}{2}$ часа в каждом опыте вызвало наконец при явлениях возрастающей слабости смерть через $\frac{1}{4}$ часа после последнего опыта. Картина крови была всегда нормальной. Вскрытие обнаружило бронхопневмонию и отек легких, ожирение печени и поражение почек.

Вдыхание в течение многих часов воздуха, насыщенного пылью динитрофенола (приблизительно до 26 мг/м³ в продолжение 6 час.), не оказало на кошек никакого действия².

2. У человека. Число наблюдавшихся отравлений невелико.

«1) Легкая форма. Головная боль, слабость, понижение работоспособности, потливость, особенно ночные поты; головокружение, шум в ушах, обложенный язык, расстройство аппетита, тошнота, рвота, кишечные колики и диарея; температура часто слегка повышена (до 38°).

2) Средней тяжести форма. Общее недомогание, отсутствие аппетита, жажда, сильные поты, головокружение, шум в ушах, мелькание в глазах, приливы крови к голове, одышка с чувством сдавления груди, учащение пульса (до 100), беспокойство, обморочные состояния, температура повышена (до 39°), моча часто черная с зеленоватым оттенком.

3) Тяжелая форма. Быстрое наступление тяжелого болезненного состояния, резкий упадок сил, сильная одышка, чувство сдавления в груди, цианоз губ, в легких явления отека. Пульс 120—130, учащенный. Отсутствие аппетита, сильная жажда, обильные поты, повышение температуры до 40° (перед смертью еще выше). Сильное

беспокойство, расширенные зрачки, чувство страха, судороги, кома; наступающая временами эйфория и кажущееся улучшение, прогностически неблагоприятны. Смерть вследствие отека мозга и легких в течение 1—2 суток» (Кельш).

Прогноз благоприятен лишь в легких случаях. Тяжелые случаи протекают большей частью смертельно.

Чувствительность — индивидуально весьма различная. Алкоголь повышает опасность отравления, так же действует высокая внешняя температура. Чувствительные к жаре лица реагируют на динитрофенол особенно сильно.

Выделяется динитрофенол с мочей частью в неизмененном виде, частью в виде аминонитро- и диаминофенола.

Обнаружение в моче.

1. По Дерриену: 10 см³ мочи + 1 см³ серной кислоты (10%) + 1 см³ раствора азотистокислого натрия (0,5%) встряхивают и дают постоять 5 мин. К этой смеси прибавляют 2 см³ свежеприготовленного аммиачного раствора β-нафтола (0,5% аммиака 22° Вё). Встряхивают и 1—2 мин. дают постоять. Затем добавляют 5—10 см³ эфира, встряхивают и отделяют эфир. При наличии аминонитрофенола, т. е. положительной реакции, получается фиолетовое, красное или красно-оранжевое окрашивание эфира; при отрицательной реакции эфир бесцветен или окрашен в желтоватый до желто-оранжевого цвета. Интенсивность окраски соответствует степени отравления и имеет прогностическое значение.

По другому способу смешивают 10 см³ мочи + 1 см³ 10%-ной серной кислоты + 1 см³ 0,5%-ного раствора азотистокислого натрия, дают постоять в темноте 15 мин., затем встряхивают с 10 см³ эфира; фиолетовое окрашивание указывает на присутствие мета-, виннокрасное — пара-, золотистожелтое — орто-аминонитрофенола.

2. По А. Мейеру. Просветляют мочу нейтральным уксуснокислым свинцом, затем восстанавливают до обесцвечивания цинковой пылью и серной кислотой. К 1 см³ фильтрата прибавляют 1—2 капли двуххромовокислого калия, слегка подкисленного серной кислотой. При положительной реакции появляется красное окрашивание.

Диагностика и терапия. См. «Ароматические нитро- и аminosоединения».

Профилактика. Закрытая аппаратура; отсасывание пыли и паров в месте их возникновения. Сокращенный рабочий день; при жаркой погоде отсрочить работу до более прохладных вечерних или утренних часов, или правильное чередование работы с ядом и безвредной работы.

Личная гигиена: плотно закрывающийся рабочий костюм; регулярная стирка и ванны; воздержание от алкоголя; запрещение работы женщинам, юношам, лицам страдающим заболеваниями печени, почек, сердца и сосудов. Регулярный врачебный осмотр и исследование мочи на реакцию Дерриена (см. выше); возобновление работы может быть разрешено лишь неделю спустя после исчезновения этой реакции. См. также раздел «Ароматические нитро- и аminosоединения».

Литература

1. Koeisch, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 4, 261 (1927) (там же более старая литература).
2. Lehmann u. Schmidt-Kehl, Arch. f. Hyg. 96, 363 (1926).

Дополнительная литература

- Cutting and Tainter, Proceed. of Soc. exper. Biol. and Med. 29, 1268 (1932).
 Cutting, Mehrtens and Tainter, Journ. of Amer. medic. Assoc. 101, 1193 (1933).
 Eisner, Zentralbl. f. Gewerbehygiene № 4, 81 (1932).

Тринитрофенол (пикриновая кислота)

Формула: $C_6H_2(OH)(NO_2)_3$ [1, 2, 4, 6]. Мол. в.: 229,05.

Получение. Нагреванием фенолсульфоокислоты с концентрированной азотной кислотой.

Свойства. Кристаллы светложелтые; темп. пл. 122,5°. Вес литра пара 9,53 г. В воде растворяется около 1% вещества; легче растворяется в алкоголе и бензоле. При осторожном нагревании перегоняется без разложения. Окрашивает кожу в интенсивно желтый цвет.

Возможности отравления. На производстве анилиновых красок и взрывчатых веществ вследствие вдыхания пыли и паров.

Общий характер токсического действия. Большей частью лишь местное раздражение кожи и слизистых оболочек; симптомы общего отравления редки. В общем сравнительно безвреден, поскольку нет особенно неблагоприятных условий (ср. «Динитрофенол»). Рассматривавшиеся иногда как отравления тринитрофенолом случаи следует на самом деле приписать отравлению азотистокислыми соединениями.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание пара в течение получаса (концентрация не указана) вызывало у голубей раздражение глаз, кашель и рвоту, у морских свинок кашель, слюнотечение, затрудненное дыхание; в последнем случае был отмечен также смертельный исход через 2½ часа¹.

У кошки вдыхание в течение ¼ часа тонко распыленного, смешанного в избытке с воздухом тринитрофенола вызвало слезотечение, раздражение в носу, слюнотечение, кашель, учащенное дыхание, слабость; возвращение к норме наступало через несколько часов².

2. У человека. Горечь во рту, желтая окраска слюны и носовой слизи; желто-коричневое окрашивание кожи, особенно лица и волос головы, в первую очередь в передней части и главным образом у белокурых; то же и на руках. Краска смывается крайне трудно.

Различного рода явления раздражения кожи, особенно в теплое время года и при потливости: зудящая, мокнущая, пузырьковая экзема вплоть до тяжелой токсидермии с резкой краснотой, отеком кожи, лихорадкой и общим упадком сил.

Воспалительное раздражение слизистых оболочек глаз, носа, рта, гортани, бронхов, в некоторых случаях даже воспаление легких. Наблюдалась также перфорация носовой перегородки.

Общие явления отравления наблюдаются редко, по большей части подостро, причем обусловлены они индивидуальной чувствительностью. Отмечают катарр желудка, бронхит, повышение температуры, нефриты с явлениями парестезии на ногах; сильную головную боль и своеобразные мышечные контрактуры. У работниц — расстройства менструаций. Кельш³ ни разу не мог отметить явлений раздражения почек или метгемоглобинемии. Так называемая пикриновая желтуха (желтая окраска кожи и слизистых оболочек, а также мочи) вызывается переходом в кровь неизмененного красящего вещества и наблюдается лишь при введении более значительных количеств тринитрофенола в пищеварительные пути; она никогда не отмечалась при вдыхании.

Диагностика. Кельш³ рекомендует для обнаружения тринитрофенола или продуктов его превращения в моче следующие методы.

Подкисляют мочу соляной кислотой и встряхивают ее с эфиром. К желтой эфирной вытяжке добавляют немного раствора едкого натра. При наличии пикриновой кислоты эфир обесцвечивается, щелочь окрашивается в красный цвет.

Простым, хотя и грубым, методом является погружение неокрашенной шелковой или шерстяной нити на 24 часа в слегка подкисленную серной кислотой мочу. В присутствии пикриновой кислоты нить окрашивается в желтый цвет, не обесцвечивающийся даже при длительном промывании.

Выделение пикриновой кислоты может быть усилено слабительными. Даже в случаях, когда реакция мочи была уже отрицательной, она становится вновь положительной после приема слабительного.

Проба крови на тринитрофенол: 15 капель крови смешивают с 3 см³ раствора хлористого натрия (9,5%) и дают стоять при комнатной температуре в течение 24 час. при частом встряхивании. Затем сливают 1—2 см³ раствора. Желтое, хотя бы слабое окрашивание этого раствора показывает наличие пикриновой кислоты. Прибавление равного количества раствора метиленовой сини (1:50 000); встряхивание; через час прибавление 10—15 капель хлороформа; встряхивание; светлозеленая до темнозеленой (бутылочного цвета) окраска указывает на пикриновую кислоту. При обыкновенной желтухе такой окраски не удастся обнаружить.

Терапия и профилактика. Против желтой окраски лица предлагали обмывания теплой молочной сывороткой; против такой же окраски волос многократное промывание их теплым раствором глюкозы.

См. также раздел «Ароматические нитро- и аминосоединения».

Литература

1. Eulenberg, Gewerbethygiene, S. 613. 1876.
2. Ilzhöfer, Arch. f. Hyg. 87, 213 (1918) (там же более старая литература).
3. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 388. 1926.
4. Koelsch, Ztschr. f. d. ges. Schiess- u. Sprengstoffwesen 15 (1920).
5. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. 1927.

Тринитроанизол

Формула: $C_6H_2 \cdot OCH_3 \cdot (NO_2)_3$ [1, 2, 4, 6]. Мол. в.: 243,06.

Получение. Нагреванием анизолсульфокислоты с концентрированной азотной кислотой.

Свойства. Желтоватые кристаллы, темп. пл., 64°; труднорастворимы в воде. Вес литра пара 10,11 г.

Возможности отравления. Как и при тринитрофеноле.

Общий характер токсического действия. Такой же, как и тринитрофенола, но несколько сильнее.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание паров вещества, нагретого ниже точки плавления, не оказывало на кошек никакого действия; при нагревании выше точки плавления появлялись беспокойство, слюнотечение, раздражение глаз, слабость.

Возвращение к норме через 3 часа. Раздражающее действие было выражено сильнее, чем у тринитрофенола¹.

2. У человека. Более вреден, чем пикриновая кислота. Индивидуальная чувствительность весьма различна. Однако большинство рабочих реагирует сильным раздражением кожи, аналогично как на тринитрофенол, но сильнее. Особенно предрасположенные субъекты заболевают уже через несколько часов. Как стойкое последствие наблюдалась выраженная сенсibilизация кожи к мельчайшим количествам яда².

Терапия и профилактика. См. раздел «Ароматические нитро- и аминсоединения».

Литература

1. Ilzhöfer, Arch. f. Hyg. 87, 213 (1918).
2. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene Bd. 2, S. 389, 1926.

α-Нитронафталин

Формула: $C_{10}H_7NO_2$. Мол. в.: 173,06.

Получение. Действием смеси азотной и серной кислот на нафталин при температуре около 50°.

Свойства. Желтые кристаллы, темп. пл. 58,8°, темп. кип. 304°; трудно растворимы в спирту. Вес литра пара 7,19 г.

Возможности отравления. На заводах анилиновых красок и взрывчатых веществ вследствие вдыхания пыли или паров.

Общий характер токсического действия. Раздражающее действие, особенно на глаза; в остальных отношениях практически не ядовит.

Явления отравления

1. У животных. Голубь. Вдыхание паров в течение ½ часа (концентрация не указана): через 7 мин. пошатывание, учащенное дыхание, через 2 часа возвращение к норме¹.

Кролик. Вдыхание паров слабо нагретого вещества в продолжение 5 дней по 3 часа ежедневно не оказало никакого действия. Вдыхание паров расплавленного нитронафталина в течение 1 часа в «сильной» (точнее не указанной) концентрации вызвало в сущности лишь резкое раздражение слизистых и одышку. Специфическое токсическое действие отсутствует⁴. Резорбция через кожу незначительна. При введении внутрь практически безвреден даже после приема алкоголя⁴.

2. У человека. В старой литературе часто встречаются указания о поражениях глаз: у рабочих, подвергавшихся в продолжение 4—8 мес. в течение 8—10 час. ежедневно действию паров нитронафталина, обнаруживались характерные помутнения роговицы с понижением остроты зрения. Излечение наступало лишь через 2 года^{2,3,5}.

Наоборот, по Кельшу⁴, пыль и пары вызывали лишь «жжение в глазах», вследствие легкого раздражения конъюнктивы, кроме этого никаких других поражений не наблюдалось, несмотря на работу в таких условиях в течение многих месяцев.

По Кельшу—нитронафталин с точки зрения промышленной гигиены безвреден.

Литература

1. Eulenberg, Gewerbehygiene. S. 642. 1876.
2. Frank, Beitr. Augenheilk. 1898, 93.
3. Hanke, Wien. klin. Wchschr. 1899, 725.
4. Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917) (там же литература).
5. Silex, Berl. klin. Wchschr. 1900, 1191; Ztschr. Augenheilk. 5, 178 (1901).

Динитронафталин

Формула: $C_{10}H_6(NO_2)_2$. **Мол. в.:** 218,06.

Получение. Нитрацией нафталина при нагревании.

Свойства

1,5-Динитронафталин. Иглы с темп. пл. 216—217,5°, трудно растворимые в органических растворителях.

1,8-Динитронафталин. Пластины с темп. пл. 170—173°, легче растворимые в органических растворителях.

Вес литра пара 9,08 г.

Возможности отравления. Вследствие вдыхания пыли или паров на производстве анилиновых красок и взрывчатых веществ.

Общий характер токсического действия. Незначительное раздражение слизистых, в остальном практически безвреден.

Явления отравления

1. У животных. Кролик. В продолжение 6 дней ежедневно кролики подвергались действию паров нагретого выше точки плавления вещества в течение 5½—7 час. Во время некоторых опытов очень сильное раздражение, в остальном никаких поражений. Каждый раз по окончании опыта — бодрое состояние, нормальный аппетит (Кельш).

2. У человека. Литературных данных о поражениях не имеется. Немногочисленные более давние сообщения, согласно которым динитронафталин действует будто бы сильнее, чем моонитронафталин, не находят подтверждения в опытах Кельша на животных.

По Кельшу динитронафталины (так же как и три- и тетранитронафталины) являются практически безвредными веществами.

Литература

Koelsch, Zentralblatt Gewerbehyg. 5, 62 (1917) (там же более старая литература).

Анилин

Формула: $C_6H_5 \cdot NH_2$. **Мол. в.:** 93,06.

Получение. Восстановлением нитробензола.

Свойства. Маслянистая жидкость. В чистом виде почти бесцветен и сильно преломляет свет. На свету и на воздухе быстро окрашивается в темный цвет. Запах слабый, характерный. Темп. кип. 184,4°, темп. плавления —6°; уд. в. при 20° 1,022. Вес литра пара 3,87 г. Испаряется уже при комнатной температуре.

Летучесть анилина ¹ (в мг/л воздуха)	при 40°	около 5
" " " "	25°	" 1,8
" " " "	15°	" 0,9

Пар горит коптящим пламенем. Растворимость анилина в воде около 3,5%. Водный раствор имеет слабо щелочную реакцию.

Возможности отравления. При производстве и применении в анилиноокрасочной промышленности¹. При окраске анилиновой черной¹³ (в помещении для сушки постоянно улетучиваются незначительные количества; пары собираются над полом во время перерыва в работе); в резиновой промышленности² (прибавление анилина для ускорения горячей вулканизации).

Кожаные вещи, пропитанные кремом, содержащим анилин, выделяют пары анилина; то же происходит с бельем, меченым печатной краской, содержащей анилин (особенно опасно для грудных детей).

Более частой и опасной, чем отравление вследствие вдыхания паров, является интоксикация, связанная с резорбцией яда через кожу. Отравление вследствие введения анилина внутрь является сравнительно редким явлением.

Общий характер токсического действия. Кровавый и нервный яд. См. раздел «Ароматические нитро- и аминсоединения».

Теория действия. Расстройство дыхания вызывается не только образованием метгемоглобина, но и другими изменениями гемоглобина. У хронически отравленных анилином кроликов был обнаружен гемоглобин, поглощавший больше кислорода, чем гемоглобин неотравленных животных: «повышенная активность гемоглобина». При остром отравлении в первый день заболевания способность крови к связыванию кислорода была понижена, в период выздоровления — повышена. У человека после острого отравления анилином по исчезновении метгемоглобина способность гемоглобина к связыванию кислорода понижена в течение многих дней ¹⁰.

Цианоз лишь отчасти вызывается метгемоглобинемией, частью же он обусловлен венозным застоем, а возможно и отложением образовавшегося из анилина вещества.

Явления отравления

а) Острое отравление. 1. У животных

Кошки ⁸:

мг/л	Частей пара на миллион (приблизит.)	Экспозиция в часах	Действие
0,4	100	7	шаткая походка, легкое дрожание, поверхностное дыхание, вялость; зрачки сужены, синюшная окраска слизистых
0,64	170	4—6	смерть через 7—12 час. после опыта
0,7	180	8	смерть
1,6	420	2—3	боковое положение; смерть через 24 часа; резкая метгемоглобинемия

Животное, полностью находящееся в атмосфере анилина, поглощает пары его не только через легкие, но и через кожу ⁵. По Шютце ¹³ у кошек это поглощение незначительно. Правда, это наблюдение касается лишь концентраций до 2,2 мг/л, соответствующих 580 частям пара на миллион. При этом следует также считаться с поглощением анилина шерстью.

Причиной смерти животных при отравлениях анилином следует по мнению Юнга и его сотрудников ¹⁴ считать не метгемоглобинемию, а паралич сердца. Коричневая окраска кожи вызывается р-аминофенолом.

2. У человека. В самых легких случаях наблюдается только синюшная окраска губ, носа, ушей, десен, иногда также и ногтей. Субъективные симптомы первоначально совершенно отсутствуют. Часто лишь со стороны обращают внимание больного на изменившуюся окраску его лица. Иногда появляется одновременно своеобразное анилиновое возбуждение (Anilinpips): возбужденное,

болтливое и веселое состояние и пониженная способность к ориентировке.

В случаях отравлений средней тяжести наряду с цианозом отмечают еще головные боли, слабость, отсутствие аппетита, неуверенную походку, головокружение, заплетающуюся речь, а также судороги, иногда чувство давления в мочевом пузыре и раздражение его; в некоторых случаях кровотечения и катарр мочевого пузыря. Психические явления отступают на задний план.

В тяжелых случаях действие на центральную нервную систему выступает резко. Цвет лица и вообще кожи с увеличением гемоглобинемии становится синевато-коричневым. Пульс вначале сильно учащен, кровяное давление повышено; позднее то и другое уменьшается. Дыхание учащенное, неравномерное. Наряду с отсутствием аппетита сильная жажда и сухость в глотке. Больные охотно пьют молоко. Часто отмечаются чувство сдавливания в глотке и рвота. В моче иногда наблюдается кровь. Временами мочеиспускание затруднено. Имеются боли в суставах и мышцах, различные расстройства чувствительности (чувство «ползания мурашек»), зрения и речи. Возможны вторичные анемии вероятно вследствие недостаточного новообразования красных кровяных телец. Кроме того наблюдались еще хронические страдания желудка и кожи (фурункулез и т. п.), у алкоголиков также и воспаление почек.

В самых тяжелых случаях наступает внезапная потеря сознания и тяжелый цианоз; пульс слабеет, дыхание становится поверхностным; появляются судороги и параличи. Смерть наступает при глубокой потере сознания.

В качестве поздних явлений или последствий острых отравлений наблюдаются длящаяся неделями общая слабость, бледность, бессонница, отсутствие аппетита. Однако многие отрицают существование подобных последствий.

Несомненно, что после тяжелых острых явлений существует предрасположение к рецидивам.

Пары анилина практически местным раздражающим действием не обладают.

Всасывание паров анилина неповрежденной кожей у человека незначительно. Шютце¹¹ в опыте на самом себе перенес дважды концентрацию в 1 мг/л, соответствующую приблизительно 260 частям пара на миллион, при экспозиции каждый раз по 4 часа, без всяких вредных последствий.

Прогноз в общем хороший, поскольку нет быстрого расстройства сознания и комы. Выздоровление наступает большей частью через несколько дней, иногда лишь через несколько недель, в общем быстрее, чем при отравлениях нитробензолом.

б) Хроническое отравление. 1. У животных. Мыши, крысы, кошки, подвергавшиеся в течение многих месяцев действию паров анилина, жили дольше 6—16 мес. Вскрытие большей частью обнаруживало воспалительные процессы в легких, повреждения сердца, печени и почек; но никогда не были обнаружены злокачественные опухоли мочевого пузыря⁷.

2. У человека. Постепенно нарастающая бледность кожи, иногда с синеватым оттенком, что является результатом уменьшения содержания гемоглобина в крови (до 60% и меньше); пульс часто замедлен, кровяное давление повышено. Наблюдаются также расстройства пищеварения и иногда легкие поражения почек с гематурией; однако регулярной альбуминурии не имеется.

Токсичность паров анилина для человека при вдыхании

Экспозиция и действие	мг/л	Частей пара на миллион
а) По Леману		
Концентрация, переносимая при экспозиции $\frac{1}{2}$ —1 час без непосредственных или дальнейших последствий	0,5	приблизит. 130
Концентрация, переносимая при экспозиции 6 час. без существенных симптомов	0,15—0,2	приблизит. 40—53
б) По Гендерсону-Хаггарду		
Незначительные симптомы после многочасовой экспозиции	приблизительно 0,03—0,1	7—26
Максимально переносимо при 1-часовой экспозиции без значительных расстройств	приблизительно 0,4—0,6	105—160

Действие на нервную систему выражается в головной боли, головокружении, шуме в ушах, плохом сне, общем утомлении и слабости, расстройствах чувствительности, мышечных и суставных болях, невралгиях, светобоязни и ослаблении зрения, вялой реакции зрачков. Наблюдалась также кожные сыпи и конъюнктивиты. У работающих с анилиновой черной краской наблюдалось иногда образование пузырьков на роговице, особенно в области глазной щели, с одновременным окрашиванием в зеленоватый или коричневый цвет. В одном случае, описанном Зенном¹², оказывали повидимому влияние пары хинона.

У длительно работающих на анилиновом производстве описываются злокачественные опухоли мочевого пузыря. См. раздел «Рак мочевого пузыря у рабочих анилиновой промышленности».

В качестве последствий наблюдались: анемия, слабость, отсутствие энергии, повышенная раздражительность, уменьшение работоспособности.

Чувствительность. Женщины чувствительнее мужчин, особенно во время менструаций. Субъекты моложе 25 лет и старики тоже более подвержены действию анилина, так же как и выздоравливающие. Наоборот, жирные упитанные субъекты сравнительно выносливы к нему, и при этом тем более, чем сильнее жировая подкладка.

Отравлению анилином способствуют потные руки и ноги, инфлуэнца, употребление алкоголя, кроме того высокая температура в рабочем помещении.

Выделение введенного в виде паров анилина в незначительной части (около 1%) идет через легкие. У кролика анилин выделяется главным образом с мочей в виде р-аминофенола, возможно также в виде хиноидных промежуточных продуктов.

Терапия. При остром отравлении — удаление из рабочего помещения, перемена одежды, ванна. В тяжелых случаях немедленно искусственное дыхание, вдыхание кислорода, кровопускание с последующим вливанием физиологического раствора. Против коллапса кофеин, возбуждающие, можно адреналин, мочегонные, слабительные (или высокую клизму), много молока, лимонад; никакого алкоголя; тепло, избегать охлаждения тела. Против поражения глаз 1%-ный раствор борной кислоты.

При хроническом отравлении. Длительный отдых; в дальнейшем, принимая во внимание сохраняющуюся повышенную чувствительность, желательна перемена профессии.

В остальном см. «Ароматические нитро- и аминсоединения».

Профилактика. Респираторы, смоченные кислыми поглотителями, как например уксусной кислотой. Немедленная смена запачканной анилином прозодежды. Исследование мочи подвергающихся опасности рабочих, по крайней мере несколько раз в году, на красные кровяные тельца. При подозрении на поражение мочевого пузыря — цистоскопия.

Специальные правила по охране труда в производстве анилина и при применении его препаратов в промышленности — см. выше (раздел «Ароматические нитро- и аминсоединения», стр. 558—563).

Максимальная допустимая концентрация паров в рабочих помещениях — $0,01 \text{ мг/л}$ (Обяз. постанов. НКТ СССР от 11/VI 1930 г. № 232).

Обнаружение. Пропускание паров через 10%-ный раствор серной кислоты и погружение сосновой лучины в раствор. В случае наличия анилина при легком нагревании лучины высоко над пламенем она окрашивается в интенсивный желтый цвет.

Определение анилина в воздухе. Протягивают пары через 2 приемника с 10%-ной серной кислотой, осаждают в виде триброманилина избытком щелочного раствора брома, добавляют иодистый калий и обратно титруют свободный иод⁹.

Кусок батистовой ткани, смоченной раствором хлористого алюминия с небольшим количеством хлористого ванадия, при пропускании воздуха, содержащего анилин, окрашивается в фиолетовый цвет, интенсивность которого сравнивают с соответствующими стандартами⁴.

Литература

1. Curschmann, Vrtljschr. f. off. Gesundh.-Pfleger 1911, 225.
2. Davis, Journ. ind. Hyg. 3, 57 (1921).
3. Floret, Zentralblatt Gewerbehyg. 2, № 5 (1914).
4. Гродзовский, Гигиена труда (4) 53 (1926).
5. Gundermann см. 9.
6. Heim, Agasse-Laforet et Féil, Presse méd. 34, 1169 (1926).
7. Jaffé, Zentralblatt Path. 31, 57 (1920).
8. Krämer u. Fackenheim см. 9.
9. Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. S. 259, 1919. (Рус. перевод — Леман, Кр. учебник рабочей и профессиональной гигиены, стр. 266, 1923).
10. Schmidt-Kehl u. Waskewitsch, Arch. f. Hyg. 102, 192 (1929).
11. Schütze, Arch. f. Hyg. 98, 70 (1927).
12. Senn, Korres. bl. Schweiz. Aerzte 1897. H. 6.
13. Williamson, Journ. ind. Hyg. 4, 507 (1923).
14. Young, Muhlberger, Meck u. Wilson, Journ. Pharm. and Exp. Therapeutics 27, 101 (1926).

Дополнительная литература

- Bonzanigo, Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Mediz., 16, 243 (1931).
 Büttner, Zeitschr. f. Krebsforsch. 34, 605 (1931).
 Müller, Führers Samml. v. Vergift. 3, Lief. 6 (1932).
 Алексеев, Гиг. безопас. и патол. труда № 10, 103 (1930).
 Бергауз, Оздоровление труда и револ. быта, 24 (1929).
 Воскресенский, Розенбаум, Гродзовский, Гигиена труда № 10—11 (1925).
 Гельман, Введение в клинику профотравлений, 260, Москва 1929.
 Генкин, Оздоровление труда и револ. быта, 14 (1927); 24 (1929).
 Гурко-Омелянский, Гиг. труда № 5, 101 (1928).
 Израель, Гиг. труда № 8, 60 (1928).
 Канторович, Оздоровление труда и револ. быта, 14 (1927).
 Коган и Кузнецова, Гиг. безопас. и патол. труда № 2, 44 (1929).

- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, Госхимтехиздат (1933).
 Латышев, Советская клиника, 15, 212 (1931).
 Лейтес, Гиг. труда № 12 (1926).
 Пахомычев, Оздоровление труда и револ. быта, вып. 4—5, 191 (1924).
 Петрачев, Гиг. труда № 4, 121 (1926).
 Петров, Гиг. безопасн. и патол. труда № 6, 42 (1931).
 Ращевская, Гиг. безопасн. и патол. труда № 6, 81 (1931). Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Mediz. 19, 23 (1932).
 Розенбаум, Анилин, ст. в БМЭ, I, 738.
 Розенбаум, Пинскер, Дорватовский, Санит. характеристики деталн. профес. красильн.-аппретурн. и ситце-набивн. произв. М. (1924).
 Ходжаш, Озд. труда и револ. быта, 14 (1927).
 Четвериков, Гигиена труда № 4, 47 (1928).
 Шустов, Гиг. труда, 5—6, 105 (1926).

Хлоранилин

Формула: $C_6H_4 \cdot NH_2 \cdot Cl$ (o-, m-, p-). Мол. в.: 127,51.—

Получение. o- и p-Хлоранилин — хлорированием ацетанилида и последующим омылением, m-хлоранилин — восстановлением соответствующих нитросоединений.

Свойства

o-Хлоранилин. Жидкость, темп. плавл.: α —14°, β —3,5°, смесь 0°; темп. кип. 209°; уд. в. при 20° 1,213 (при 0° 1,2338).

m-Хлоранилин. Жидкость, темп. плавл. —10,4°, темп. кип. 230°, уд. в. при 20° 1,216.

p-Хлоранилин. Призмы, легко расплывающиеся, темп. плавления 70—72°, темп. кип. 231°, уд. в. при 70° 1,170 (при 19° 1,427).

Летучесть. При температуре 18—20° воздух насыщается o-хлоранилином — 0,34 мг/л, m-хлоранилином — 0,129 мг/л, p-хлоранилином — 0,0138 мг/л.

Вес литра пара 5,34 г.

Возможности отравления. При применении в анилинокрасочной промышленности.

Ввиду незначительной летучести промышленная вредность исключена, если вдыхаемый воздух не обладает исключительно высокой температурой. Также незначительна опасность от распыления.

Общий характер токсического действия. Качественно сходен с анилином.

Явления отравления

1. У животных. Кошки. При 8—9-часовой экспозиции вдыхание в течение 10—21 дней воздуха, насыщенного парами каждого из трех изомеров хлоранилина в отдельности, не вызывало у животных никакого действия или последствий. При воздействии этих веществ на кожу они оказались токсичными, вызывающими гемолиз.

2. У человека. За исключением так называемого «анилинового рака» * никаких явлений отравления до сих пор не было обнаружено.

Литература

Weinberg, Diss., Würzburg 1928,

Дополнительная литература

Brezina, Internat. Übersicht üb. Gewerbekrankheiten üb. die Jahre 1927—1929, S. 78, Berlin (1931).

* Ср. раздел «Рак мочевого пузыря рабочих анилиновых производств»

Нитроанилин

Формула: $C_6H_4 \cdot NH_2 \cdot NO_2$ (o-, m-, p-). Мол. в.: 138,06.

Получение и свойства

o-Нитроанилин. Желтокоричневые иглы; темп. пл. 71,5°; получаются нагреванием o-хлорнитробензола с аммиаком.

m-Нитроанилин. Желтые кристаллы, темп. пл. 112°, получаются восстановлением динитробензола.

p-Нитроанилин. Желтые кристаллы, темп. пл. 147°, получаются аналогично o-соединению или нитрацией ацетанилида.

Возможности отравления. В производстве анилиновых красок, благодаря образованию пыли.

Общий характер токсического действия. В общем такой же, как и анилина. Доминируют изменения крови, особенно метгемоглобинемия.

Литература

Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 384, 1926.

Дополнительная литература

Carozzi, Hygiène du travail № 272, Genève (1931).

Кивайко, Гигиена безопасн. и пат. труда № 7, 91 (1931).

Лазарев и Астраханцев, Хим. вредные вещества в пром., ч. I, стр. 387, Госхимтехиздат (1933) (там же литература).

Тетранитрометиланилин (тетрил)

Формула: $C_6H_2(NO_2)_3N(NO_2)CH_3$. Мол. в.: 287,08.

Получение. Нитрацией моно- или диметиланилина смесью азотной и серной кислот при температуре около 50°.

Свойства. Бледножелтые кристаллы, не растворимые в воде, темп. пл. 130°; взрывает при 187°.

Возможности отравления. В производстве взрывчатых веществ и снарядов вследствие вдыхания пыли.

Явления отравления. На первом месте стоит раздражение кожи от незначительных воспалительных состояний до папулезной экземы с острым отеком, особенно на лице; иногда также конъюнктивиты. Кроме того раздражение слизистой носа (чихание, секреция, кровотечения), иногда раздражение зева. Наблюдались также астматические приступы.

Желтое окрашивание открытых частей тела, включая волосы. Покрытые части, также конъюнктивы глаз не окрашиваются.

Общие явления, исключая бессонницу, обычно отсутствуют; иногда слабость и головокружение. У женщин во время менструаций наблюдались также легкие желудочно-кишечные расстройства, сопровождаемые желтухой. Особенно чувствительны были неполностью излеченные больные. Описаны отдельные случаи пониженной чувствительности к тетрилу.

Терапия. Прекращение работы. При повторном появлении более тяжелого заболевания перемена профессии. Лечение симптоматическое (примочки с водной взвесью окиси цинка; смазывание цинковой мазью и т. д.).

Профилактика. Удаление рабочих, предрасположенных к кожным и глазным заболеваниям; проверка индивидуальной чувствительности. В остальном общепринятые предохранительные меры.

Литература

Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 385, 1926.

Толуидины и ксилидины

а) Толуидины

Формула: $C_6H_4 \cdot CH_3 \cdot NH_2$. Мол. в.: 107,08.

Практическое значение имеет лишь *о*- и *р*-толуидин; оба получают восстановлением соответствующих нитротолуолов.

о-Толуидин. Жидкость, темп. кип. $199,7^\circ$, улетучивается с водяным паром, уд. в. при 20° 1,004.

р-Толуидин. Пластинки, темп. пл. 43° ; темп. кип. $200,3^\circ$, уд. в. при 20° 1,046, улетучивается с водяным паром.

Вес литра пара 4,4 г.

б) Ксилидины

Формула: $C_6H_3(CH_3)_2 \cdot NH_2$. Мол. в.: 121,09.

Технический ксилидин, получаемый восстановлением нитроксирола, содержит 50—60% *м*-ксилидина [4, 1, 3]; темп. кип. 216° ; уд. в. при 15° 0,981 и 15—20% *р*-ксилидина [2, 1, 4]; темп. пл. $15,5^\circ$, темп. кип. 215° (при 739 мм); уд. в. при 15° 0,980; остаток составляют три других изомера.

Вес литра пара 5,04 г.

Возможности отравления. В производстве анилиновых красок, а также на заводах взрывчатых веществ вследствие вдыхания паров.

Общий характер токсического действия. Качественно такой же, как и анилина.

Явления отравления

1. У животных. В общем те же, что и у анилина³, то же и при продолжительном вдыхании¹.

2. У человека. В общем те же симптомы, что и при отравлении анилином, кроме того характерны в начале заболевания приливы жара к лицу и сильная головная боль². См. также раздел «Рак мочевого пузыря у рабочих анилиновых производств».

Литература

1. Jaffé, Zentralblatt Path. 31, 57 (1920).
2. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky. Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 384. 1926.
3. Krämer, Diss. Würzburg 1903.

Дополнительная литература

- Bonzanigo, Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin 16, 251 (1931).
Brezina, Internat. Übersicht üb. Gewerbekrankheiten üb. die Jahre 1927—1929 стр. 76, Berlin (1931).
Fischer, Toluène. Hygiène du travail № 322, Genève (1932).

Хлортолуидины

Формула: $C_6H_3 \cdot CH_3 \cdot NH_2 \cdot Cl$ (различные изомеры). Мол. в.: 141,53.

Получение. Восстановлением соответствующих хлорнитротолуолов.

Свойства

6,2-Хлортолуидин; темп. кип. 245° ; летучесть при $18—22^\circ$ 0,068 мг/л.

5,2-Хлортолуидин; темп. пл. $29—30^\circ$, темп. кип. $239,2^\circ$; летучесть при $18—22^\circ$ 0,0271 мг/л.

4,2-Хлортолуидин; темп. пл. $21—22^\circ$; темп. кип. $238,5^\circ$; летучесть при $18—22^\circ$ 0,043 мг/л.

Вес литра пара 5,89 г.

Возможности отравления. В производстве анилиновых красок. Ввиду крайне незначительной летучести при комнатной температуре не приходится опасаться вредного действия вещества при вдыхании; незначительна также опасность от распыления. Зато возможны отравления вследствие действия на кожу.

Общий характер токсического действия. Такой же, как у анилина.

Явления отравления

1. У животных. Продолжавшееся в течение 10—21 дня ежедневно по 8 час. вдыхание воздуха, почти насыщенного парами хлортолуидина, не оказывало заметного действия ни во время опыта, ни впоследствии. Наоборот, при действии через кожу вещества эти оказались токсичными (вызывающими гемолиз).

2. У человека. Случаи отравления не описаны.

Литература

Hessbrüggen, Diss. Würzburg, 1928.

Дополнительная литература

Fischer, Toluène. Hygiène du travail, № 322, Genève 1932.

m-Толуилендиамин

Формула: $C_6H_3 \cdot CH_3(NH_2)_2$ [1, 2, 4]. Мол. в.: 122,09.

Получение. Восстановлением 2,4-нитротолуола.

Свойства. Призмы или иглы; темп. пл. 99° , темп. кип. 280° — 285° . Вес литра пара 5,08 г.

Возможности отравления. При вдыхании пыли и паров в производстве анилиновых красок; употребляется также в смеси с p-фенилендиаминном в меховой промышленности.

Общий характер токсического действия. Кровяной яд с гемолитическим действием, вызывающим также образование метгемоглобина.

Явления отравления

1. У животных. Опытов по исследованию действия вещества при вдыхании не имеется. Зато имеются подробные фармакологические данные по другим аппликациям¹.

2. У человека. В одном случае вдыхание паров вызвало тяжелое состояние, рвоту, желтуху и смерть при явлениях сердечной слабости. На вскрытии найдена острая желтая атрофия печени.

Литература

1. Собрана у Joachimoglu в руководстве Heffter, Handbuch der exp. Pharmakol., Bd. I, стр. 1099.

2. Ztschr. Gewerbehyg 1911, 207.

p-Фенилендиамин

Формула: $C_6H_4(NH_2)_2$ [1, 4]. Мол. в.: 108,08.

Получение. Восстановлением p-нитроанилина или из аминокбензола через аминокбензол.

Свойства. Пластинки, темп. пл. $139,7^\circ$, темп. кип. 267° . Вес литра пара 4,5 г.

Возможности отравления. В производстве анилиновых красок, а больше всего в меховой промышленности (урсол-D) вследствие испарения и распыления.

Общий характер токсического действия. Сосудистый яд. Действие на кровь сравнительно незначительное (образование метгемо-

глобина). Вызывает повышенную чувствительность (анафилаксию, аллергию). Раздражает наружную кожу и слизистые.

Механизм токсического действия. Носителем раздражающего действия считается^{2,5} образующийся при окислении интермедиарно хинондиимин $C_6H_4(NH)_2$ [1,4].

Явления отравления. Обычно первоначально воспаление кожи, затем верхних и наконец также более глубоких дыхательных путей.

Раздражение кожи носит весьма разнообразный характер: преобладают острая, сильно зудящая экзема, а также подострая и хроническая форма ее, последняя большей частью на тыле кисти, на лице и на местах, подвергающихся какому-либо трению; наблюдались также утолщения кожи, сходные с вызываемым рожистым воспалением. Симптомы эти появляются иногда совершенно внезапно, после работы, продолжавшейся годами без всяких болезненных осложнений. Чистка рук хлорной известью благоприятствует часто заболеванию. Рецидивы бывают нередко.

Действие на дыхательные пути также весьма разнообразно. Иногда оно ограничивается простым раздражением слизистой носа или катарром ее; чаще встречаются бронхиты с обильной мокротой, сопровождающиеся нередко лихорадкой. Еще чаще наблюдаются типичные тягчайшие астматические приступы, появляющиеся преимущественно вечером или ночью и вновь исчезающие лишь через несколько дней.

Иногда наблюдается еще воспаление соединительной оболочки глаз и отек век, а также воспаление десен.

Заболевания кожи и дыхательных путей могут протекать одновременно или в разное время.

Чувствительность к яду весьма различна. Особенно предрасположены к заболеванию дыхательных путей ваготоники. Небольшая часть рабочих обладает пониженной чувствительностью к раздражающему действию яда. Привыкания не наблюдается, наоборот, большей частью отмечается повышение чувствительности. Ср. раздел «Поражения от вдыхания пыли».

Терапия. Против астмы — кальциевая терапия, атропин и т. п. Кроме того прекращение работы и симптоматическое лечение. Лечение кожных заболеваний весьма длительное.

Для очистки рук рекомендуется 1—2%-ный раствор формалина; последнее однако не безразлично для организма.

Профилактика. Устранение пыли и паров герметичной аппаратурой или соответствующие защитные приборы для дыхания.

Аналогично p-фенилендиамину действуют на человека диметилпарафенилендиамин или p-аминодиметиланилин $C_6H_4 \cdot (NH_2) \cdot N(CH_3)_2$ [1,4], иглы, темп. пл. 41° , темп. кип. 262° и p-толуиленидиамин $C_6H_3 \cdot CH_3 \cdot NH_2 \cdot NH_2$ [1,2,5], пластинки, темп. пл. 64° , темп. кип. 274° .

Пары диметилпарафенилендиамина оказались переносимыми:

для белых крыс в концентрации 2 части на миллион, соответствующей приблизительно 0,01 мг/л;

для морских свинок в концентрации 0,2 части на миллион, соответствующей приблизительно 0,001 мг/л;

для кроликов в концентрации 0,5 части на миллион, соответствующей приблизительно около 0,0025 мг/л.⁶

Промышленные отравления от ингаляций o-фенилендиамина или m-фенилендиамина неизвестны.

Взгляды по вопросу о токсичности этих препаратов еще не вполне определились.

Литература

1. Работы Ленинградского института по изучению проф. заболеваний. Т. 4 1929 г.
2. Criegern, Münch. med. Wchschr. 1902, 852.
3. Curschmann, Münch. med. Wchschr. 1921, 195.
4. Erdmann, Ztschr. Gewerbehyg. 1914/15. 154.
5. Erdmann u. Vahlen, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 53, 401 (1905).
6. Hanzlik, Journ. ind. Hyg. 4, 386 (1922).
7. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 385. 1926.

Бензидин

Формула: $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2$. Мол. в.: 184,11.

Получение. Восстановлением азобензола или нагреванием гидразобензола с разведенной соляной кислотой.

Свойства. Пластинчатые или чешуйчатые кристаллы, темп. пл. 128°; темп. кип. 402°. Вес литра пара 7,65 г. Почти нерастворим в воде.

Возможности отравления. В производстве анилиновых красок вследствие вдыхания пыли и паров.

Общий характер токсического действия. Качественно такой же, как у анилина.

Явления отравления. Те же, что и у анилина. Случаи отравления ввиду значительно меньшей летучести практически бывают гораздо реже. Пыль считается почти безвредной, зато парам приписывают серьезное значение, как возбудителю рака. (Рабочий, который в течение 10 лет был занят только определением точки плавления бензидина, заболел раком мочевого пузыря.) По Леману между пылью и парами бензидина нет никакой разницы в отношении токсичности. Ср. раздел «Рак мочевого пузыря у рабочих анилиновых производств».

Литература

Lehmann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, 265, 1919. (Русский перевод — Леман, Кр. учебник рабочей и профессиональной гигиены, 264, 1928.)

Рак мочевого пузыря у рабочих анилиновых производств

При работе с анилином и некоторыми другими ароматическими аминосоединениями, применяемыми в производстве красителей, часто появлялось хроническое заболевание мочевого пузыря, так называемый «анилиновый рак». Заболевание проявляется болями в области мочевого пузыря и кровотечениями вследствие образования в нем опухолей. Первые признаки болезни появляются иногда уже через полгода работы с ароматическими аминосоединениями, но чаще всего через 10 или 15 лет, иногда даже через 30 лет, когда заболевший давно уже прекратил работу на соответствующем производстве.

Такие болезни наблюдались также при работе с некоторыми красящими веществами, β -нафтолом, метил- и хлорпроизводными анилина, о- и р-толуидином, β -нафтиламином, дифениламином и особенно также с бензидином и его гомологами — толидином и дианизидином.

В опытах с животными воздействием паров анилина, толуидина, нафтиламина в течение многих месяцев на мышей, крыс, кроликов

Яффе² не смог вызвать у них какого-либо заболевания мочевого пузыря. Нассауэр³ на основании врачебного и длительного химического опыта считает, что в каждом случае заболевание вызывается вдыханием паров анилина; анилин действует либо непосредственно как таковой, либо как примесь к аминосоединениям более высокого молекулярного веса.

Возможно, что образующийся в организме продукт превращения является существенным фактором в возникновении анилинового рака; при этом несомненно играют роль индивидуальное предрасположение, концентрация вдыхаемого пара или пыли и другие внешние условия, так как, несмотря на одинаковый характер работы, частота заболевания на различных предприятиях весьма различна¹.

Во всяком случае проблема «анилинового рака» до настоящего времени полностью еще не разрешена.

Прогноз при условии раннего диагноза и раннего лечения как будто благоприятнее, чем при других (злокачественных — ред.) опухолях⁵. Так как однако после оперативного удаления опухоли большей частью наблюдаются рецидивы, то прогноз всегда весьма сомнительный.

Профилактика. Регулярное исследование мочи на красные кровяные тельца, раз в году цистоскопия. См. также правила и инструкции НКГ, касающиеся охраны труда при производстве и применении анилиновых препаратов (стр. 558 и сл.).

Литература

1. Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie, S. 216. 1928.
2. Jaffé, Zentralblatt Path. 31, 57 (1920).
3. Nassaue, Bösartige Blasengeschwülste bei Arbeitern der organisch-chemischen Grossindustrie. Frankfurt a. M. 1919.
4. Posner, Ztschr. Urol. 18, 418 (1924).
5. Simon, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 7, 78 (1930).

Дополнительная литература

Марфекин и др., Техника безопасности и производственная санитария; стр. 428 и сл. (1935).

Якимчик, Законодательство по технике безопасн. и промыш. санитарии 4-е изд., Гострудиздат, 1930.

Гетероциклические ароматические основания

Пиридин

Формула: C_5H_5N . Мол. в.: 79,05.

Получение. Из среднего карболового масла каменноугольного дегтя и дегтя бурых углей.

Свойства. Чистый пиридин представляет собой прозрачную, преломляющую свет жидкость с пронзительным характерным запахом, предел осязательности его около 0,0004 мг/л; темп. кип. 115,5°, уд. в. при 15° 0,9893. Вес литра пара 3,29 г. Легко смешивается с водой. Смесь с 3 молями H_2O имеет постоянную точку кипения 92—93°.

Возможности отравления. В химической промышленности, а также при работе со спиртом, денатурированным пиридином.

Общий характер токсического действия. Местное раздражение слизистых; наряду с этим общее действие на центральную нервную систему. Параличи и судороги.

Явления отравления. Большей частью лишь чувство жжения в глазах и царапания в зеве, слюнотечение, кашель. Вследствие резорбтивного действия могут наблюдаться тошнота, головокружение, головная боль, слабость, затрудненное дыхание, дрожание конечностей, сонливость.

Кельш⁴ у лиц, работающих со спиртом, денатурированным пиридином, наблюдал только раздражение глаз; Леви⁵ отмечает то появляющиеся, то исчезающие конъюнктивиты и блефариты, раздражение зева, гортани и верхних дыхательных путей, но все это лишь в плохо вентилируемых помещениях. Во всяком случае все эти явления незначительны.

Мнение Фишеля³, согласно которому наблюдающиеся при вдыхании паров денатурированного спирта поражения или жалобы следует отнести за счет пиридина, не было поддержано¹.

Ср. разделы «Метиловый спирт», «Этиловый спирт», «Комбинированные отравления».

Вдыхание пиколина — метилпиридина — вызывало у голубей пошатывание, затрудненное дыхание и наконец паралич дыхания².

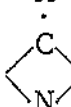
Определение. Пропускание через 0,1 N раствор серной кислоты и обратное титрование.

Литература

1. Erlass des Reichsgesundheitsamtes vom 13. II. 1903; приведено у Leumann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 338, 1927.
2. Eulenberg, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen 14, 284.
3. Fischer, Mediz. Reform 1894, 89 (ср. 1).
4. Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 387, 1926.
5. Loewy, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen (3) 48, Suppl., 93 (1914).

Акридин

H



Формула: $\text{C}_{13}\text{H}_9\text{N}$; C_6H_4  C_6H_4 . Мол. в.: 179,08.

Получение. Из неочищенного антрацена извлечением с помощью серной кислоты.

Свойства. Чистые кристаллы бесцветны, большая часть их однако окрашена в желтый цвет. Темп. пл. 108° , возгоняется уже при 100° ; темп. кип. 346° ; довольно легко улетучивается с водяными парами. Вес литра пара 7,45 г. Своеобразный острый запах, особенно при нагревании.

Возможности отравления. На производствах анилиновых красок и фармацевтических препаратов.

Общий характер токсического действия. Раздражает кожу и слизистые оболочки.

Явления отравления. Пары и пыль, даже в самых незначительных количествах, вызывают сильнейшее чихание и кашель; иногда крайне сильный воспалительный отек кожи и слизистых.

Некоторые авторы считают акридин той составной частью дегтя и смолы, которая вызывает раздражение кожи и является причиной фотодинамического действия дегтя. Мнение это однако является спорным. См. раздел «Деготь и смола».

Литература

Koelsch u. Gottstein-Schlossmann-Taleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2 S. 390, 1926, а также у Uilmann-Orpenheim-Rille, Schädigungen der Haut, Bd. 2, S. 339.

Кониин

Формула: $C_8H_{16} \cdot NH$. Мол. в.: 127,14.

Получение. Из пятнистого болиголова.

Свойства. Маслянистая жидкость с одуряющим запахом, в разведенном виде напоминающим запах мышиной мочи. Темп. кип. в атмосфере, лишенной кислорода, 166° . Несмотря на высокую точку кипения он улетучивается в значительной степени уже при обыкновенной температуре. Вес одного литра пара 5,29 г.

Общий характер токсического действия. Сильно парализующий нервный яд.

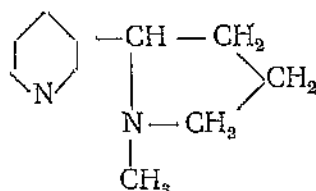
Явления отравления. После вдыхания паров наблюдались головокружение, тошнота, головная боль. Действие это вызывалось совершенно незначительными количествами яда. Даже нюхание кониина может повести к отравлению.

Литература

Lewin, Gifte und Vergiftungen. S. 723, 1923.

Никотин

Формула: $C_{10}H_{14}N_2$;



Мол. в. 162,13.

Получение. Из листьев табака.

Свойства. Маслянистая жидкость, в чистом виде бесцветна, на воздухе темнеет. Реакция щелочная; запах характерный для табака, особенно резкий при нагревании. Совершенно чистый никотин не имеет запаха табака. Темп. кип. 247° (в воде $240-242^\circ$), уд. в. при 20° 1,009; легко окисляется. Вес литра пара 6,75 г.

Возможности отравления. Вследствие курения. На табачных и сигарных фабриках; здесь имеется в воздухе свободный никотин, даже в помещениях, свободных от табака²; также вследствие вдыхания табачной пыли. При применении в борьбе с вредителями растворов никотина или табачного настоя.

Общий характер токсического действия. Нервный яд; действует главным образом на вегетативный нервный центр. Передаточные центры последнего после короткого возбуждения парализуются. Вместе с тем яд оказывает слабое местное раздражающее действие.

Явления отравления. Вдыхаемая табачная пыль раздражает дыхательные пути и благоприятствует развитию в них катарральных процессов и туберкулеза, однако не является причиной этих процессов⁴.

Кроме того наблюдались конъюнктивиты, головная боль, разнообразнейшие нервные жадобы, отсутствие аппетита; предрасположение к преждевременным родам и сильным кровотечениям⁸.

Часто отмечались разного рода расстройства зрения, особенно амблиопия, цветовые скотомы, изолированные параличи глазных

мышц. Длительное вдыхание паров смеси, применявшейся для опрыскивания против вредителей плодовых деревьев и содержавшей наряду с никотином мышьяк и свинец, вызвало амавроз (слепоту)⁷.

Здесь не рассматриваются хронические отравления никотином (никотинизм). Ему подвергаются не одни лишь курильщики.

Количество паров никотина, вдыхаемых на табачных и сигарных фабриках, может быть весьма значительным и превышать количество никотина, вдыхаемого с табачной пылью².

Никотин, вдыхаемый с табачной пылью, оказывает как будто в 15 раз более вредное действие, чем никотин табачного дыма. 60 мг табачной пыли с 2%-ным содержанием никотина соответствуют приблизительно 0,1 мг никотина; 30 мг введенной с дыханием табачной пыли соответствуют действию никотина одной папиросы¹. Табак содержит до 8% никотина.

Профилактика. См. нижеследующие официальные постановления НКТ СССР.

Извлечение из Обязательного постановления по устройству и содержанию табачных фабрик (Утв. НКТ 18/X 1922 г.; Сб. НКТ 1923 г., вып. VI).

1. Работа подростков*

1. Подростки обоего пола до 18 лет не допускаются к работе в следующих отделениях: склад листового табака, сортировочное, крошильное, сушильное, трясальное, набойное и папиросно-набивное, а также к уборке всех рабочих помещений.

Примечание. Подростки мужского пола допускаются в качестве учеников-регулировщиков машин в отделения крошильное и машинное папиросно-набивное при условии работы в этих отделениях не более 3½ час. в день.

II. Рабочее время и обеденный перерыв

2. Во всех отделениях табачного производства рабочий день не должен превышать 7 час.

3. Продолжительность обеденного перерыва должна быть не менее 1 часа. На время перерыва рабочие должны удалиться из рабочих помещений.

III. Устройство рабочих помещений

5. Перечисленные в п. 1 отделения должны быть изолированы от остальных помещений, так чтобы была исключена возможность попадания в последние пыли и паров.

6. Во всех отделениях, кроме склада листового табака, как к моменту начала работы, так и во время работы температура должна быть не ниже 15° Ц (12° F).

7. Во всех отделениях должна быть устроена искусственная приточно-вытяжная вентиляция с обменом воздуха в час не менее трех.

8. В пыльных отделениях, перечисленных в п. 1, в местах образования пыли и паров должны быть установлены приспособления для их удаления (экстаусторы, пылесосы) и т. п.

A. Сортировочное отделение

9. Смачивание листьев при разборке и заготовке партий должно производиться механическим способом (при помощи гидropульта, пульверизатора и т. п.) ...

B. Растрясальное отделение

13. Ручная раструска табака воспрещается: для раструски должны быть установлены специальные растрясальные машины.

Г. Сушильное отделение

14. Лежаночная сушка воспрещается: для сушки табака должны быть установлены сушильные барабаны или другие механические приспособления.

Примечание. В тех предприятиях, где имеются лежаночные сушки, до замены их барабанами должны быть установлены надлежащие приспособления для удаления пыли и паров.

* См. действующий «Список работ, на которых запрещается применение труда подростков, не достигших восемнадцатилетнего возраста», утв. НКТ СССР 15/IX 1932 г.

15. Сушильные барабаны должны быть изолированы с наружной стороны плохим проводником тепла с тем расчетом, чтобы не давать заметного повышения температуры в окружающем помещении.

16. Стенки сушильных барабанов должны быть непроницаемы для пыли и паров.

17. Сушильные барабаны должны быть снабжены надлежащими приспособлениями для удаления пыли и паров.

Д. Набойное отделение

18. Набойные столы должны иметь гладкую удобоочищаемую поверхность...

3. Пылевые сборники

24. Пылевые сборники должны устанавливаться в особых помещениях, изолированных от остальных непроницаемой для пыли и паров стеной с отдельными автоматически закрывающимися дверями.

25. Рабочие при выгребании пыли из сборников должны снабжаться респираторами.

26. Мешки или тюки с пылью должны храниться в особых изолированных помещениях...

IV. Содержание рабочих помещений

28. Полы ежедневно должны подметаться влажным способом.

29. Не реже одного раза в неделю в нерабочее время должна производиться тщательная уборка рабочих помещений с удалением пыли со стен, потолков, столов, машин и пр. влажным способом.

30. Запасы сырья и подуфабрикатов должны находиться в рабочих помещениях в количестве, не превышающем требуемого для однодневной переработки.

V. Рабочая одежда

31. Каждому рабочему должна выдаваться специальная одежда и защитные приспособления по формам и нормам, утвержденным отделом охраны труда НКТ. Одежда и приборы должны храниться при предприятии и ни в коем случае не уноситься рабочими домой. Одежда по мере загрязнения должна стираться за счет предприятия...

VI. Вспомогательные помещения

33. Для отдыха во время перерывов при фабрике должно быть отведено особое помещение, достаточно просторное, снабженное столами, скамьями или стульями.

34. При фабрике для рабочих пыльных отделений должны быть устроены души с подачей холодной и теплой воды из расчета один душ на 20 чел., которыми рабочие могли бы пользоваться ежедневно по окончании работ.

35. Всем рабочим должна быть обеспечена возможность пользоваться баней не реже одного раза в неделю.

(Якимчик, 1930 г., стр. 417—419; Марфенин и др., 1935 г., стр. 346—349).

Извлечение из Обязательного постановления об устройстве и содержании махорочных фабрик (утв. НКТ СССР 22/V 1924 г. № 235/398) (Изв. НКТ 1924 г., № 23).

Работа подростков

1. Подростки до 18 лет к работам на махорочные фабрики не допускаются...

Рабочие помещения

6. Полы в мастерских должны быть гладкие, плотные, не щелистые, вполне приспособленные для тщательной уборки пыли мокрым способом.

Стены мастерских должны быть сконструированы так, чтобы они были в полной мере доступны для очистки и обмывания...

9. Во всех отделениях должна быть устроена рациональная искусственная приточно-вытяжная вентиляция.

В пыльных отделениях, начиная от разборного и кончая набойным, в местах образования пыли и паров должны быть установлены приспособления для их удаления (экстаусторы, пылесосы и др.).

Разборное отделение

10. Разборка и отволаживание сырья должны производиться в специальных помещениях, отделенных от остальных помещений непроницаемой для пыли и

паров и доходящей до потолка перегородкой. Помещения эти должны быть снабжены надлежащей вентиляцией...

12. Для смачивания махорки должны употребляться гидромульты, лейки или рукава...

Отделение рассевов, дробилок, трамбовок и др.

17. Все рассевы, дробилки, вальцовки, трамбовки должны быть покрыты непроницаемыми для пыли футлярами...

19. Рабочие при нагрузке сушилок должны снабжаться респираторами.

20. Сушилки должны быть устроены так, чтобы при нагрузке и выгрузке их рабочим не приходилось входить в само помещение.

21. Регулирование температуры должно производиться извне; рабочие во время сушки не должны входить в помещение.

22. Сушильные барабаны должны быть непроницаемы для пыли и паров и снабжены отсасывающей вентиляцией достаточной силы.

Срачивальное отделение

24. Отмочка (сростка) махорки должна производиться механическим способом.

25. Временно до устройства барабанов, рабочие при ручной отмочке должны снабжаться рациональными респираторами.

Набойное и бандерольное отделения

26. При набойных столах у мест набойки должны быть устроены отсасывающие вентиляционные приспособления.

27. Приготовительные отделения должны быть отделены от остальных помещений непроницаемыми для пыли и паров, доходящими до потолка перегородками...

Пылевые сборники

32. При наличии пылевых сборников таковые должны устраиваться в особых помещениях, изолированных от остальных непроницаемой для пыли и паров стеной с отдельными наружными дверями.

33. Рабочие при выгребании пыли должны снабжаться респираторами.

34. Мешки или тюки с пылью должны храниться в особых изолированных помещениях...

Передвижение сырья и полуфабрикатов

36. Махорка из одного отделения в другое, начиная от разборного и кончая набойным, должна передаваться механическим путем, причем все транспортеры, трубы, элеваторы и др. должны быть покрыты непроницаемыми для пыли футлярами.

Содержание рабочих помещений

37. Полы должны ежедневно выметаться мокрым способом.

38. Не реже одного раза в неделю должна производиться тщательная уборка мастерских с вытиранием пыли со стен, потолков, столов, машин и др.

39. Чистка самих машин (рассевов, барабанов, элеваторов и др.) должна производиться по окончании работ, причем все, не занятые уборкой, рабочие удаляются из помещения. Производящие чистку рабочие должны снабжаться респираторами.

(Якимчик, 1930 г., стр. 422—424; Марфенин и др., 1935 г., стр. 344—346).

Максимальная допустимая концентрация табачной пыли в воздухе рабочих помещений — 5 мг/м^3 (Обяз. пост. НКТ СССР 11/VII 1930 г. № 232).

О табачном дыме см. раздел «Дымы и горючие газы».

Литература

1. Bürstein, Journ. ind. Hyg. 9, 512 (1927).
2. Бурштейн, Гигиена труда 6, 3 (1928).
3. Gordsy Gottstein-Schlossmann-Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 558, 1926.
4. Holzmann, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 2 (1925); N. F. 3, 272 (1926).
5. Jehle, Arch. f. Unfallheilk. 1901.
6. Leymann, Arbeiterschutzvorschriften im Deutschen Reich. S. 366, 1927.
7. Mayon, Proc. Roy. Soc. Med. 20, 1112 (1927).
8. Ramboisek, Gewerbliche Vergiftungen, S. 270, 1911.
9. Rochs, Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen 1889, 104.

Дополнительная литература

- Allevi, Il tabaco nell'agricoltura, nella patologia, nella legislazione nell'igiene Milano (1929). Tabac. Hygiène du travail. № 303, Genève (1932).
 Емануел, Zeitschr. f. Kinderheilk, 52, 41 (1931).
 Faulkner, Journ. of Amer. med. assoc. 100, 1664 (1933).
 Klein, Arch. f. Frauenheilk. 17, 30 (1931).
 Kübs, Klin. Wochenschr., 2159 (1931).
 Mgalobeli, Monatschr. f. Geburtshilfe u. Gynäk. 88, 237 (1931).
 Regenbogen, Führers Samml. v. Vergiftungsfälle 3, № 5 (1932).
 Беленькая, Гиг. труда № 4 (1925).
 Бенсман и Скоробогатая, Гиг. безопасн. и патол. труда № 4 (1929); № 4 (1931).
 Бронникова, Мишуловина и Томашевская, Оздор. труда и револ. быта 28, 29 (1929).
 Бурштейн, Гиг. безопасн. и патол. труда № 4 (1930).
 Быков и Утин, Труды VII Съезда акушеров и гинекологов (1926).
 Вигдорчик, Проф. патология, стр. 184, Медгиз, 1930.
 Вольтер, Гиг. труда № 1, 31 (1927).
 Войтковский, Сиб. мед. журн. № 7—8, 9 (1930).
 Гольфарб и Кочуров, Вестн. риноларинг. и отиатрии № 3, 370 (1928).
 Гольдарбайтер, Гиг. труда № 4, 110 (1925).
 Гордонова и Школкин, Гиг. труда № 3, 87 (1928).
 Гроздовский, Гиг. труда № 8—9, 26 (1923); Анализ воздуха в пром. предприятиях, 255, 2-е изд., Соцэкгиз, 1931.
 Иоффе, Русск. офтальмолог. журн. 11, № 3.
 Каменский, Гиг. труда № 4 (1926).
 Кравков, Основы фармакологии, ч. 1, 313, ГИЗ (1928).
 Круковер, Вестн. риноларинг. и отиатрии № 3—4 (1927).
 Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I, стр. 428, Госхимтехиздат (1933).
 Латышев, Гиг. труда № 10, 44 (1927).
 Лещинская и Куприц, Санит. охр. труда, вып. 3, Харьков 1925.
 Лещинская и Тутаев, Гиг. труда № 4 (1924).
 Лещинская, Гиг. труда № 10 (1927). Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin, 69, 14 (1929).
 Листенгартен, Мед. мысль Узбекистана № 4, 47 (1930).
 Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, Профиздат (1935).
 Нейдинг, Врачебн. дело (1923).
 Николаев, Никотин, ст. в БМЭ, 21, 404.
 Разгуляева и Карасик, Гиг. безопасн. и патол. труда № 7, 27 (1929).
 Розенбаум, Табачное про-во, Гострудиздат, 1924.
 Сабинин, Организация безопасн. труда на работах по борьбе с вредителями с. х., 19 и 63, Сельхозгиз, 1931.
 Самойлов, Моск. мед. журн. № 4 (1926).
 Троицкий, Журн. по изуч. детск. возр. № 1 (1928).
 Троицкий, Профилактик. медиц. № 7, 69 (1927).
 Хаис, Профилактик. медиц. № 1, 33 (1930).
 Шиманко, Московск. медиц. журн. № 10, 71 (1930).
 Шуфир и Зальмансон, Сборн. Здоровье рабочих на предприятиях Москвы и т. д., вып. 4 (1926).
 Эльтерман, Сов. мед. Сев. Кавказа № 1, 92 (1927).
 Якимчик, Законодательство по технике безоп. и санитарии, 4-е изд., Гострудиздат (1930).

*Терпены и камфора***Терпентинное масло (скипидар)**

Состав. Состоит почти исключительно из пинена $C_{10}H_{16}$; наряду с этим обнаружено еще небольшое количество камфена и фенхена.

Мол. в.: 136, 12.

Получение. Перегонкой терпентина, смолы различных видов хвойных.

Свойства. Жидкость бесцветная либо слегка окрашенная в желтый цвет, легко подвижная; запах резкий, своеобразный. Кипит большей частью между 155 и 165°. На воздухе уже при обычной температуре очень легко улетучивается. Вес литра пара около 5,66 г.

Возможности отравления. При производстве и применении лаков, красок, замазок, мебельного воска и др.

Общий характер токсического действия. Местно: раздражает слизистые оболочки. Резорбтивно: действует сначала раздражающе, а затем парализующе на центральную нервную систему, дыхание, сердце, рефлекторную возбудимость; поражает также и внутренние органы: печень, почки, кишечник, матку.

Явления отравления

1. У животных. *Морские свинки.* Вдыхание концентрации, равной 715 частям пара на миллион, соответствующей приблизительно 4 мг/л, оказалось безвредным ¹¹.

Кролики. Такая же концентрация (в 4 мг/л) переносилась в течение 4 час. Большие концентрации вызвали возбуждение, ускорение дыхания и кровообращения, в дальнейшем ослабление, головокружение, опьянение, одышку, паралич задних конечностей и наконец смерть, при наступающих незадолго до нее судорогах ³.

Кошки ⁸

мг/л	Частей пара на миллион (см ³ /л ³) (приблизит.)	Действие
1	180	При вдыхании в течение 3 час. лишь усиленная течь из носа
3—4	540—720	Быстро наступающее раздражение всех слизистых, особенно глаз; через несколько часов легкие судороги
8	1440	Уже через 1/2—1 час расстройство равновесия и судорожные подергивания; через 2 1/2—3 часа паралич
16	2900	Смерть через 3/4—1 час

Собаки ⁸

До 2,7	490	Перенесено в течение 3 1/2 часов без всяких симптомов
5—6	900—1100	Вдыхание в течение 3 1/2 часов вызвало лишь легкое раздражение глаз и носа

2. У человека. а) **Острое отравление.** При вдыхании больших количеств отмечаются: головная боль, головокружение, учащение дыхания и сердцебиение, одышка, боли в груди, бронхит, кашель. Обычно на открытом воздухе явления проходят, однако наблюдаются последующие катарры легких и воспаление почек с кровью и цилиндрами в моче, в единичных случаях даже со смертельным исходом ². Картина крови не обнаруживает значительных изменений ^{8, 10}.

Вдыхание горячих паров вызвало тошноту, спазмы глотки, желудочные боли, в одном случае также отек гортани ¹.

Более длительное вдыхание, смотря по концентрации и продолжительности действия, вызывает более или менее сильное раздражение дыхательных путей и глаз, а также тяжелое воспаление легких. Наряду с этим наблюдаются резорбтивные явления различной интенсивности — от легкого недомогания, головокружения, головной боли, сонливого состояния до признаков серьезного заболевания: острых кишечных катарров, воспаления почек, одышки, потери сознания ⁴. Концентрация в 4—6 мг/л, соответствующая приблизительно 720—

1100 частям пара на миллион, вызвала лишь раздражение глаз, головную боль, головокружение, тошноту и спустя несколько часов учащение пульса⁸. Общеизвестно, какое влияние оказывает сон в помещениях, насыщенных испарениями скипидара, на самочувствие.

б) Хроническое отравление. Шулер (ср.⁸) наблюдал конъюнктивит, головную боль, состояние неполного опьянения, отсутствие аппетита, похудание, слабость. Более длительное вдыхание вызывает будто бы почечные расстройства («болезнь маляров»); однако для этого по Леману⁸ нет никаких достоверных оснований.

Выделение. Вдыхаемое терпентинное масло частично выделяется легкими в неизмененном виде. Однако большая часть его выделяется почками, частью в неизмененном виде, частью в соединении с глюконовой кислотой. При этом моча, поскольку мы не имеем дела с тяжелыми острыми отравлениями², приобретает своеобразный запах фиалок. Этот запах повидимому нельзя приписывать какому-либо вновь образовавшемуся в организме соединению, так как он наблюдается и при непосредственном встряхивании скипидара с мочей⁹.

Встречается особая чувствительность или идиосинкразия к скипидару.

Скипидар, получаемый из корней хвойных (так называемый Kienöl), как будто более ядовит, чем обыкновенный скипидар.

Литература

1. Adler-Hertzmark, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 5, 65 (1928).
2. Drescher, Ztschr. Med. beamte 1906, 131.
3. Eulenberg, Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. 1865.
4. Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie. S. 316. 1928.
5. Geppert, Dtsch. med. Wchschr. 1926, 1080.
6. Heim-Agasse-Lafont et Féil, Presse méd. 1923, 48.
7. Kober, Diss. Halle 1877.
8. Lehmann, Arch. f. Hyg. 34, 321 (1899); 83, 239 (1914). (Там же более старая литература).
9. Poulsson, Lehrbuch der Pharmakologie, 9 Aufl. S. 301. 1930.
10. Rambousek, Gewerbliche Vergiftungen. S. 269. 1911.
11. Smyth a. Smyth jr., Journ. ind. Hyg. 10, 261 (1928).

Дополнительная литература

- Loriga, Térébenthine. Hygiène du travail, № 31, Genève (1932).
Moser, Zentralbl. f. Gewerbehyg. 305 (1931).

Лимонное масло

Состав. На 90% состоит из разных терпенов.

Явления отравления. У работниц, очищавших от корки маленькие лимоны *Citrus myrtifolia*, называемые Chinois, наблюдались вследствие вдыхания паров содержащегося в корке эфирного масла: головная боль, головокружение, состояние опьянения, невралгия лица, кожные сыпи, отек лица и др.

Относительно случаев смерти в складочных помещениях грузовых пароходов ср. раздел «Запахи».

Литература

- Lewin-Guillery, Wirkungen von Arzneimitteln und Giften auf das Auge. Bd. 1, S. 392, 1905.

Камфен

Формула: $C_{10}H_{16}$ (смесь изомеров). Мол. в.: 136,12.

Нахождение. Во многих эфирных маслах.

Получение. Из хлоргидрата пинена разными методами.

Свойства. Мягкая кристаллическая масса с запахом камфоры; темп. пл. большей частью $48-50^{\circ}$, темп. кип. $158-160^{\circ}$; уд. в. при 20° 0,879. Вес литра пара 5,66 г. Летучесть при 60° 198 мг/л, при 38° 73 мг/л, при 18° 19 мг/л.

Общий характер токсического действия. Такой же, как и камфоры, но гораздо слабее.

Возможности отравления. В химической промышленности.

Явления отравления

1. У животных. Вдыхание паров камфена оказывает на мышей и кроликов действие, сходное с действием паров камфоры, но раз в 30 более слабое.

2. У человека. Отравления не описаны; по Гейбнеру они должны протекать сходно с дыхательными отравлениями другими терпенами.

Литература

Heubner, Ztschr. exper. Med., 1, 268 (1913).

Камфора

Формула: $C_{10}H_{16}O$. Мол. в.: 152,12.

Получение. Из камфарного дерева перегонкой и возгонкой или синтетическим путем из пинена.

Свойства. Кристаллическая масса; темп. пл. чистой камфоры $178-179^{\circ}$, темп. кип. 209° ; уд. в. при 25° 0,990. Вес литра пара 6,33 г. Летучесть при 60° 21 мг/л, при $38,5^{\circ}$ 6 мг/л, при 18° 1—1,5 мг/л².

Возможности отравления. В производстве целлулоида; при применении камфоры в качестве средства против моли.

Общий характер токсического действия. В маленьких дозах действует возбуждающе, в больших — парализующе на дыхание, сердце и центральную нервную систему. Введение через органы дыхания вызывает действие быстрее, чем подкожная инъекция, так как в первом случае камфора попадает кратчайшим путем в правое сердце².

Явления отравления

1. У животных. Насекомые, а также маленькие птицы, как воробьи, могут быть умерщвлены с помощью паров камфоры³.

Вдыхание в течение 5—10 мин. концентрации, равной приблизительно 1,3 мг/л, соответствующей 200 частям пара на миллион, вызвало у мышей беспокойное состояние, одышку, опьянение, резкие прыжки, бессознательное состояние, судороги, наконец смерть вследствие остановки дыхания.

У кроликов также быстро появлялось расстройство сердечной деятельности².

Таким образом пары камфоры действуют гораздо сильнее, чем хлороформ. Уже концентрация в 0,006 мг/л, соответствующая приблизительно одной части на миллион, может при длительном вдыхании вызвать тяжелые поражения.

2. У человека. На основании своих опытов на животных Гейбнер² предполагает, что более продолжительное вдыхание даже незначительных концентраций паров камфоры может повести к значительным функциональным расстройствам, в первую очередь сердца.

Гуземан³ также предполагает, что пары камфоры могут у человека «вызвать интоксикации, характеризующиеся комой и диспноэ». У рабочих на фабриках целлюлоида наблюдались головные боли¹. Насколько это можно отнести за счет действия растворителей, например амилацетата и ацетона, не выяснено.

Левин⁴ сообщает об одном смертельном случае, вызванном вдыханием теплых паров искусственной камфоры (камфилена). При этом крайнее окоченение мышц нижней челюсти было главным симптомом.

Литература

1. Heim, Agasse-Lafont et Féil, Presse méd. 12, 477.
2. Heubner, Ztschr. exper. Med. 1, 268 (1913).
3. Husemann-Hilger, Pflanzenstoffe, 2 Aufl. S. 559, 1882.
4. Lewin, Ztschr. Gewerbehyg. 16, 567 (1909).

Добавление

Следовало бы упомянуть о многочисленных отравлениях, которые получаются вероятно вследствие вдыхания ядовитых веществ, о природе которых мы ничего еще не знаем. Нам в этих случаях часто не известно ни само вредное вещество, ни то, вызываются ли отравления парами, капельками или пылью, или же комбинацией этих трех форм.

Сюда особенно относятся известные отравления при работе с животными и растительными веществами, например наблюдающиеся у пчеловодов при варке пчелиного воска, заболевания теревильщиков хмеля и др. Систематических исследований этого рода отравлений пока не имеется. К этим же отравлениям относятся ниже описанные отравления ванилью и сморчками.

Ваниль

У работниц, занятых сортировкой ванили, наблюдались: возбужденное состояние, головная боль, сонливость, головокружение, окоченелость и боли в мышцах, раздражение мочевого пузыря, менорагии.

Вызываются ли эти явления, как полагает Левин, содержащимся в плодах ванили ванилином, $C_8H_8 \cdot CHO \cdot OCH_3 \cdot OH$ [1, 3, 4] или же другими составными частями пряности, не выяснено.

Литература

Layet, Ann. d'hygiène publ., 1883 II, 361; по Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 870, 1928.

Сморчки

Половина из общего числа работниц, занятых чисткой, обвариванием и последующим обмыванием сморчков, жаловалась на сильную головную боль, светобоязнь и расстройство зрения, одышку и мучительный кашель, отсутствие аппетита, рвоту и лихорадку. На роговицах глаз, соответственно области глазной щели, появлялись точечные воспалительные очажки, заживавшие приблизительно в 14 дней. Кроме того наблюдались воспаления зева и гортани и катар крупных и мелких бронхов. Желудочно-кишечные явления держались на много недель дольше глазных поражений.

Пик считает причиной заболевания кислоту Гельвелля — вещество, входящее в состав сморчков и относящееся к сапонинам. Это вещество попадает в организм вместе с брызгами воды при мойке. Можно также предполагать действие аммиака или аминов, образующихся из сморчков при варке или мочке.

Литература .

Pick, Ztschr. Augenheilk., 61, 6 (1928).

2. Таблицы токсического действия газов и паров

Ниже даны еще две сводных сравнительных таблицы, из которых ясно видно, как велики различия в токсичности практически важных веществ.

Таблица действия газов и паров на человека

(на основании данных Лемана и Гендерсона-Хатгарда с дополнениями и изменениями на основании собственных опытов; концентрации — приблизительные*)

Вещество	Смертельно при вдыхании в течение 5—10 мин.		Опасно (ядовито) при вдыхании в течен. 1/2—1 часа		Переносимо при вдыхании в течен. 1/2—1 часа	
	Частей пара или газа на миллион частей воздуха (см ³ /м ³)	мг/л (прибл.)	Частей пара или газа на миллион частей воздуха (см ³ /м ³)	мг/л (прибл.)	Частей пара или газа на миллион частей воздуха (см ³ /м ³)	мг/л (прибл.)
Фосген	50	0,2	25	0,1	1	0,004
Хлор	250	0,7	25	0,07	2,5	0,007
Мышьяковистый водород . . .	300	1,0	60*1	0,2	20*1	0,06
Синильная кислота	200	0,2	100	0,1	50	0,05
Окислы азота	500	1,0	100	0,2	50	0,1
Сероводород	800	1,1	400	0,6	200	0,3
Фосфористый водород	1 000	1,4	400	0,6	100	0,14
Сероуглерод	2 000	6,0	1 000	3,0	500	1,5
Сернистый газ	3 000	8,0	400	1,1	100	0,3
Хлористый водород	3 000	4,5	1 000	1,5	100	0,15
Аммиак	5 000	3,5	2 500	1,7	250	0,17
Оксид углерода	5 000	6,0	2 000	2,4	1 000	1,2
Бензол	20 000	65	7 500	25	3 000	10
Хлороформ	25 000	125	15 000	75	5 000	25
Бензин (газолин)	30 000	120*2	20 000	80*2	15 000	60*2
Четыреххлористый углерод . .	50 000	315	25 000	158	10 000	63
Углекислота	90 000	162	50 000	90	30 000	54
Ацетилен	500 000	550	250 000	275	100 000	110
Этилен (с кислородом)	950 000	1 100	800 000	920	500 000	575

*Flügel, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac., 133, 65 (1928).

*1 По Леману доза „опасно“ и „переносимо“ в 3—4 раза меньше приведенных. Ред.

*2 Вычислено по гептану C₇H₁₆.

Таблица действия ядовитых газов и паров на человека (по Леману, Гессу и Цангеру*)

	Немедленная смерть		При 1/8-1 час. экспозиции смертельно (нежелательно или поздно)		При 1/8-1 час. экспозиции опасное для жизни заболевание (Гесс)		При 1/8-1 час. экспозиции переносимых или безвредных или позднейших последствий		При многочасовой экспозиции действуют уже (Гесс)		Переносимо 6 часов без заметных последствий	
	мг/л	частей на миллион (с.м.г/м ³) (приблизительно)	мг/л	частей на миллион (с.м.г/м ³) (приблизительно)	мг/л	частей на миллион (с.м.г/м ³) (приблизительно)	мг/л	частей на миллион (с.м.г/м ³) (приблизительно)	мг/л	частей на миллион (с.м.г/м ³) (приблизительно)	мг/л	частей на миллион (с.м.г/м ³) (приблизительно)
Хлор	2,5	900	0,1-0,15	35-50	0,04-0,06	14-20	0,01	3,5	0,001	0,35	0,002-0,005	1-2
Бром	5,5	850	0,22	35	0,04-0,06	8-9	0,022	3,5	0,001	0,15	0,005	0,75
Хлористый водород	—	—	1,8-2,6	1200-1750	1,5-2,0	1000-1350	0,06-0,13	40-90	0,01	7,0	0,013	9,0
Сероводород	1,2-2,8	860-2000	0,6-0,84	430-600	0,5-0,7	360-500	0,24-0,36	170-260	0,1-0,15	70-110	0,12-0,18	86-130
Сернистый газ	—	—	1,4-1,7	530-650	0,4-0,5	150-190	0,17-0,64	65-245	0,02-0,03	8-12	0,06-0,1	25-40
Аммиак	—	—	1,5-2,7	2150-3000	2,5-4,5	3600-6500	0,18	280	0,1	140	0,05	85
Нитрозные газы	—	—	0,6-1,0	320-530	—	—	0,2-0,4	105-210	—	—	(0,2)	105
Фосфористый водород	—	—	0,55-0,84	400-600	0,4-0,6	300-450	0,14-0,26	100-200	0,1	7	—	—
Мышьяковистый водород	5,0	1650	0,05	15	0,02	6	0,02	6	0,01	3	0,01(?)	3
Оксись углерода	—	—	2-3	1800-2600	2-3	1800-2600	0,5-1,0	450-900	0,2	180	0,1	50
Углекислота	360	200 000	90-120	50 000-67 000	60-80	33 500-44 500	60-70	33 500-39 000	20-20	11 000-17 000	1,0	5500
Фосген	—	—	0,02-0,1	5-25	0,05	12,5	—	—	—	—	—	—
Бензин	—	—	30-40	7500-10 000**	25-30	6250-7500**	10-20	2500-5000**	5-10	1250-2500**	1,0	2500
Бензол	—	—	20-30	6000-9000	—	—	10	3000	5-10	1500-3000	5-10	1500-3000
Хлороформ	—	—	200	41 000	—	—	30-40	6150-8200	—	—	20-30	4100-6150
Цетрахлористый углерод	—	—	400-500	64 000-80 000	150-200	24 000-32 000	60-80	9500-12 000	10	1600	—	—
Серуглерод	—	—	15	4800	10-12	3280-3900	8-5	1000-1600	1-1,2	320-400	—	—
Синильная кислота	0,3	270	0,12-0,15	110-135	0,12-0,15	110-135	0,05-0,06	45-55	0,02-0,04	20-35	0,02-(0,04)	20-(35)
Нитробензол	—	—	—	—	—	—	1,0-1,5	280-300	—	—	0,3-0,5	60-100
Анилин	—	—	—	—	—	—	0,5	130	—	—	0,15-0,2	40-55

* Fingur-Zanger, Lehrbuch der Toxikologie, S. 256 1928).

** Вычислено по формуле C₁₂H₁₀ с сильным округлением.

3. Обзор важнейших специальных групп

а) Расстройства, вызываемые дыханием в атмосфере с измененным и ненормальным составом*

Высокое содержание кислорода и чистый кислород

Из многочисленных опытов в лабораториях и при лечении больных видно, что даже практически неразведенный кислород можно вдыхать в течение многих часов без каких бы то ни было расстройств здоровья, не считая незначительного уменьшения объема дыхания. Нормальный человек вообще не замечает, что он вдыхает чистый кислород. Тем не менее можно сомневаться в безвредности вдыхания воздуха, содержащего большие количества кислорода, чем в норме. Непременным условием конечно является химически чистый состав кислорода, в особенности отсутствие в нем раздражающих газов, как озон или окислы азота. Таким образом широко распространенное мнение, будто чистый кислород «обжигает» легкие, совершенно ошибочно. Небольшие и временные колебания в содержании кислорода в воздухе не оказывают никакого влияния на дыхательную деятельность**.

Недостаток кислорода при нормальном давлении воздуха

Заболевания вследствие недостатка кислорода в воздухе встречаются гораздо реже, чем обычно предполагают. При отравлениях газами и ларами предполагаемое удушье вследствие недостатка кислорода, как правило, роли не играет. Практически на открытом воздухе этого вообще не бывает. Однако содержание кислорода может значительно понизиться в закрытых помещениях, в первую очередь во время пожаров или взрывов. Значительное число такого рода случаев имеет место в горном деле, например при взрывах рудничного газа. Однако в таких катастрофах обычно участвуют также ядовитые газы и прежде всего окись углерода. При скоплении большой массы людей в закрытом помещении играют роль еще и другие способствующие факторы, ср. разделы «Дурно пахнущие газы» и «Испорченный воздух». Бывают еще случаи, когда кислород расходуется и на другие цели, кроме человеческого дыхания. Это бывает в угольных шахтах, угольных бункерах, силосных ямах и тому подобных закрытых помещениях с веществами, поглощающими кислород.

Особые условия дыхания в подводных лодках описаны в разделе «Газы на войне». Водолазы работают при ненормальных условиях давления.

Недостаток кислорода при нормальном атмосферном давлении может также получиться в различных случаях ненормального дыхания. Это бывает при действии ядов, в первую очередь при отравлениях газами, когда поступлению кислорода в кровь препятствует отек легких, эмфизема, или при действии ядовитых ядов, как окись углерода, или ядов, образующих метгемоглобин. Эти виды кислородного голодания разобраны в разделе «Общая физиология дыха-

* Ср. также раздел «Общая физиология дыхания», а также Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 2. Atmung, Berlin 1928.

** Более подробно вопрос о вдыхании высоких концентраций кислорода изложен в специальной части, в разделе «Кислород».

ния», а также при разборе отдельных ядов, действующих через дыхательные пути. Изложение прочих причин, как то: прекращения доступа воздуха для дыхания вследствие механических причин, закупорки дыхательных путей, вызванной болезнью, неправильностей в строении организма, особенно дыхательного аппарата, лежит вне рамок данной книги.

Последствия вдыхания воздуха, бедного кислородом, уже изложены подробно в «Физиологической части». При этом обнаруживаются большие индивидуальные колебания. В то время как у нормального человека уже при содержании в атмосфере 10% (объемн.) кислорода наступают серьезные расстройства со рвотой, тошнотой и ослаблением умственной деятельности, привыкшие люди выдерживают такие концентрации без особенных жалоб. Летчики в течение многих минут до $\frac{1}{2}$ часа выдерживают пребывание в опытных установках с 6—7%-ным содержанием кислорода, т. е. в опасной для жизни атмосфере, быстро вызывающей коллапс у непривычных людей. Кроме привычки большое значение имеет также общее состояние здоровья; о нем можно даже судить по поведению соответствующего лица в атмосфере, бедной кислородом. При постепенном падении содержания кислорода болезненные явления сказываются менее сильно и внезапно, чем при быстром падении его. Известен опыт Холдэна. Он чувствовал себя в опытной камере с 9,5% кислорода сравнительно сносно, в то время как у второго подопытного субъекта, вошедшего в камеру, внезапно появился цианоз и он впал в обморочное состояние.

Все же недостаток кислорода в воздухе является всегда опасным и не только с медицинской точки зрения. Вследствие общей слабости, затрудненной умственной работы и ослабления соображения, лица, выполняющие в такой атмосфере ответственную работу, могут наделать бед, причинить какой-либо вред делу, или сами могут тяжело пострадать. Это касается не только аэронавтов и летчиков, но и горняков, водолазов, лиц, работающих в плотно закрытых помещениях, команд подводных лодок. Здесь полезно иногда от времени до времени усиливать приток кислорода. Можно выдержать длительное пребывание в сравнительно бедной кислородом атмосфере, если время от времени дышать чистым кислородом.

Особенно вредно действует даже незначительный недостаток кислорода в случаях, когда необходимо производить физическую работу. В подводных лодках содержание кислорода в атмосфере не должно падать ниже 17% (флот США).

При этом команда обычно уже приучена к меньшему содержанию кислорода.

Дыхание при пониженном давлении

Дыхание в разреженной атмосфере вызывает различные болезненные расстройства. Как уже было в другом месте более подробно изложено, не следует прямо отождествлять или смешивать разреженную атмосферу с атмосферой с недостаточным содержанием кислорода. В соответствии с пониженным атмосферным давлением содержание кислорода в единице объема ниже, однако процентное содержание его и в разреженном воздухе остается тем же.

При разборе вредного действия разреженной атмосферы следует различать внезапный переход и постепенное приспособление к данным условиям. В первом случае обычно появляется сильная одышка;

при постепенном же переходе в другую атмосферу этот симптом обычно мало заметен. Это приобретает практическое значение, например при подъемах на воздушных шарах или у летчиков, так как при этом может отпасть предостерегающий симптом. В таких случаях недостаток кислорода обычно сказывается не чувством одышки, а скорее нервными явлениями, душевным упадком, сонливостью, двоением в глазах, слабостью, усталостью. Иногда состояние возбуждения стимулирует повышение трудоспособности. Обеднение крови кислородом становится заметным лишь на высоте 5 000 м. На этой высоте содержание его (в крови) равно приблизительно половине нормального — 11%. В то время как частота дыхания увеличивается почти вдвое, объем дыхания падает. То что причиной упомянутых симптомов в этой стадии является исключительно недостаток кислорода, т. е. недостаточное его парциальное давление, показывает эффект от вдыхания кислорода, быстро устраняющий все расстройства.

При вдыхании чистого кислорода может быть достигнута высота 14 000 м*. Рекомендуются однако добавлять чистый кислород к вдыхаемому воздуху, начиная уже с 4 000 м. Начиная с 10 000 м, необходимо дышать только чистым кислородом. Специальные заводы дыхательных приборов в последнее время сконструировали автоматические (легочные) дыхательные кислородные приборы для подъема на высоту.

Быстрый переезд в горные курорты для больных небезопасен. Хотя здоровые быстро приспособляются, у больных, особенно страдающих сердечными и сосудистыми заболеваниями, часто появляются одышка, сердцебиение, головокружение, бессонница и ненормальная утомляемость. Последняя проявляется особенно при подъемах. Все эти расстройства находятся в ближайшей связи с горной болезнью.

Горную болезнь следует рассматривать, как было уже упомянуто в «Общей физиологии дыхания» и «Общей токсикологии», как последствие в первую очередь кислородного голодания**. Это доказывает также поразительным действием кислорода в этом состоянии. Болезнь эта зависит кроме того еще от работы при подъеме, от метеорологических влияний, например облучения солнечными лучами, силы ветра, психических факторов и индивидуальных особенностей организма.

Главные симптомы горной болезни выражаются в крайней усталости и истощении сил, сонливости, головокружении, головной боли, а также в рвоте, поносе, одышке и сердцебиении. Кожа то синюшная (цианоз), то бледная; она покрыта холодным потом. Умственные способности понижены; все состояние иногда напоминает алкогольное опьянение. При испытаниях пригодности к авиационной службе наблюдаются аналогичные последствия недостатка кислорода. Реакция при этом бывает двоякого рода — либо потеря сознания без сердечных явлений с быстрым возвращением к норме, либо сердечная слабость с сопутствующими явлениями и с весьма замедленным возвращением к норме.

Пневматические камеры*** представляют собой закрытые помещения, служащие для терапевтических целей и имеющие часто

* Мировые рекорды высотных полетов (22 000 м) в стратосферу значительно превысили указанную высоту. Ред.

** Sayer G., у Bette.

*** Seydlerhelm R., Inhalations- und pneumatische Behandlung, Neue med.-klin. Wchschr. 1930.

форму герметически закрытых комнат. Смотря по указаниям врача больные дышат в них при измененном атмосферном давлении. Когда например выдох понижен или ослаблен, как при затрудненном легочном кровообращении, назначают пониженное давление воздуха. Благодаря этому увеличивается число дыханий, облегчаются движения, и таким образом повышается и работоспособность. При одновременном облучении такая терапия до некоторой степени заменяет горное лечение. Такая замена горного климата камерами с пониженным давлением конечно далеко не совершенна. При других заболеваниях заставляют дышать при повышенном давлении. При этом дыхание становится глубже, количество же дыханий и пульс становятся реже. Самочувствие улучшается, большей частью одновременно отмечается состояние утомления и склонность ко сну. Говорить и слушать в этих условиях трудно. Камеры с повышенным давлением применяются особенно при легочной эмфиземе и бронхиальной астме. Аналогично устроенные камеры применяются также в научных лабораториях и при подготовке и испытании летчиков, водолазов и т. п. Сюда также относятся санитарные камеры при работах в условиях сжатого воздуха.

В пневматических камерах также следует избегать быстрой перемены атмосферного давления: особенно у больных могут получиться, благодаря внезапному переходу в другие условия давления и дыхания, болезненные расстройства. В этих случаях изменение количества поглощаемого кислорода имеет мало значения, так как гемоглобин уже при нормальном и даже более низком, чем в норме, давлении насыщен кислородом. Обратная диссоциация оксигемоглобина и тем самым заметное обеднение крови возникает лишь при очень сильно разреженной атмосфере, соответствующей приблизительно пребыванию на высоте в 5 000 м.

Дыхание при повышенном давлении*

Дыхание при повышенном давлении, т. е. в сжатом воздухе, имеет в некоторых производственных условиях большое значение.

Сжатый воздух применяется с целью освобождения рабочих помещений от воды при работах, которые необходимо проводить под водой, как например постройка мостов и туннелей. При этих работах воздух уравнивает давление воды, или же давление его несколько выше давления последней. Глубине воды приблизительно в 10 м соответствует повышение давления на 1 ат. Рабочие находятся в воздушной камере (кессоне), построенной по принципу водолазного колокола.

Составные части воздуха, т. е. азот, кислород, углекислота, содержатся в сжатом воздухе в соответствии с имеющимся давлением в увеличенном количестве. Вследствие этого при дыхании получается увеличение количества этих газов в крови и тканях.

Физиологическое действие этого увеличения при переходе в более высокое давление сказывается в изменении дыхания (уменьшении числа дыханий), кровообращения (уменьшении числа ударов пульса), голоса (гнусавый тон, потеря способности свистеть), боли в ухе (давление на барабанную перепонку), зубной, головной боли и боли в висках (симптомы повышенного давления). В дальнейшем при ра-

* Литературу см. у W. Mager, Wirkung von Pressluft у Gottstein-Schlossman и P. Teleky, Handbuch der sozialen Hygiene, Bd. 2, S. 410. Berlin 1926. См. еще E. W. Baader, Gewerbekrankheiten, Neue Deutsche Klinik. Bd. 4, S. 166. Berlin 1929.

боте под давлением все расстройства исчезают и даже, наоборот, работать становится легче.

При обратном понижении давления, т. е. во время и после извлечения из атмосферы, находящейся под повышенным давлением, имеются, не считая учащения дыхания, отхождения кишечных газов, позыва на низ, симптомы гораздо более серьезного характера. Во время падения давления появляется ряд «декомпрессионных симптомов», представляющих собственно заболевания от сжатого воздуха («кессонная болезнь»). После длящегося часто часами скрытого периода наблюдаются определенные группы расстройств: 1) кожные, мышечные, суставные явления с зудом, «кожным хрустом», рвущими болями, хрустом в суставах и часто непереносимыми болями; 2) расстройства функций головного и спинного мозга с временными двигательными и чувствительными параличами, расстройствами речи; 3) поражения лабиринта с головокружением, рвотой, глухотой; 4) сердечные и легочные заболевания с одышкой, коллапсом, кашлем, отеком легких. Последняя группа имеет особенно большое значение; смертельные случаи встречались неоднократно.

В противоположность многочисленным старым теориям в последнее время объясняют происхождение декомпрессионных явлений освобождением в организме газов, главным образом азота, вызывающих затем различные расстройства, в первую очередь, кровообращения. Освободившийся азот вызывает в тканях, в коже, в суставах, в жировой клетчатке и т. д. временные, а также стойкие повреждения. Парциальное давление азота в четыре раза выше кислородного. Благодаря высокому абсорбционному коэффициенту азота в жирах и нервной ткани, условия освобождения газов в головном и спинном мозгу и в периферической нервной системе особенно неблагоприятны. Вследствие образования газовых пузырьков получаются разнообразные явления раздражения, разрушения и «взрывов». Благодаря газовым пузырькам повреждается внутреннее ухо; вследствие же образования пузырей в крови, особенно венозной, т. е. вследствие так называемой «газовой эмболии» поражается сердце и создается тягчайшая угроза для жизни.

При работах в таких помещениях или резервуарах, как кессоны, шахты, туннели, должен быть проведен ряд предохранительных мер для защиты работающих в них лиц.

Эти работы подлежат регистрации и должны находиться под надежным руководством. В отношении производственных механизмов, устройства рабочих помещений, их стен, насосов, притока свежего воздуха, предохранительных приспособлений также существуют точные официальные инструкции.

Вход в рабочие помещения, так же как и выход, устроены через особые шлюзовые помещения, в которых давление постепенно нарастает или падает, во избежание угрожающих здоровью расстройств, вызываемых внезапными колебаниями давления. Таким образом должны быть предусмотрены три процесса: погружение, работа под давлением и извлечение рабочих. Погружение и извлечение работающих лиц в соответствии с имеющимся повышенным давлением должно производиться лишь постепенно.

При точном выполнении инструкций удастся свести до минимума вредное действие явлений, вызываемых освобождением газов. Лучшим лечением кессонной болезни является обратное восстановление повышенного давления. Благодаря «рекомпрессии» азот

вновь резорбируется тканями. На этом принципе основано устройство сделанных по типу пневматических камер «санитарных шлюзов», или камер для больных. Устройство их при работах под высоким давлением предусмотрено инструкциями.

При погружении давление должно повышаться так медленно, чтобы не вызывать никаких расстройств. У непривычных лиц давление должно в начале каждой минуты повышаться не больше, чем на $0,1 \text{ кг/см}^2$. При извлечении следует выдерживать следующие сроки:

1 мин. при повышенном давлении в $0,1 \text{ кг/см}^2$					
10	"	"	"	"	1,0 "
30	"	"	"	"	1,5 "
60	"	"	"	"	2,5 "
90	"	"	"	"	3,0 "

Рабочий день измеряется соответственно повышенному давлению; так, при давлении, большем $3,5 \text{ кг/см}^2$, рабочая смена не должна работать больше 2 час.

В последнее время предложено при работах в сжатом воздухе создавать искусственную атмосферу из кислорода и гелия. Благодаря меньшему сродству гелия к жировой ткани по сравнению с азотом опасность работы уменьшается; период декомпрессии может быть также значительно уменьшен — приблизительно на одну треть или четверть*.

Для врача, обслуживающего работу при повышенном давлении, также имеются точные служебные инструкции.

Дыхание при высоких температурах

Известно, что сравнительно высокая температура выдерживается недолгое время без вреда для здоровья. Так, в банях с горячим воздухом имеется температура приблизительно до 70° . В некоторых производствах имеются помещения с температурой в 100° и даже выше; рабочие входят туда и даже задерживаются там на несколько минут, не получая ожогов. Это относится в первую очередь к пребыванию в сухом воздухе, например в сушильнях. Однако при более длительном пребывании быстро появляются сильнейшие расстройства: кожа болезненно жжет; дыхание учащается, пульс становится частым и жизни угрожают тяжчайшие последствия от перегревания. Влажный воздух при высокой температуре гораздо неприятнее; здесь, как показывает опыт паровых бань, уже температура в $30-40^\circ$ очень тягостна, а в $50-60^\circ$ для многих лиц становится непереносимой через несколько минут. Известны также опасности тропического климата. Духота с трудом переносится также некоторыми больными, особенно астматиками и сердечными больными.

Горячие газы

При пожарах, взрывах или работе у котлов, топков, домен, отопительных приборов иногда приходится вдыхать сильно нагретый воздух, горячие газы и очень горячие пары. В таких случаях конечно защитное действие влажных тканей верхних дыхательных путей, богатых содержанием воды, и охлаждающее действие протекающей в них крови быстро прекращается. Сильно нагретый воздух высуши-

* Weiss, La Nature 35, 248 (1927).

вает слизистые оболочки дыхательных путей и в дальнейшем вызывает коагуляцию тканей. При 50° живые клетки умирают, при 60° происходит гемолиз крови; благодаря действию высокой температуры в глубину сосуда вследствие высыхания и образования тромбов закрываются. Как при всяком ожоге, могут наблюдаться различные степени поражения: покраснение, воспалительный экссудат (образование пузырей), некроз и обугливание. Сильный отек слизистой оболочки зева и гортани представляет опасность для жизни. Обычно наблюдается сильный мучительный кашель, вызываемый раздражением сухой поверхности слизистой оболочки и быстро возникающими воспалительными явлениями.

Голосовые связки при осмотре оказываются потерявшими блеск, более суженными, чем обычно, туго подвижными, с сильно переполненными сосудами на поверхности. Губы, язык, зев часто окрашены в темный, черный и коричнево-черный цвет, шероховаты, покрыты трещинками, более или менее сухи; на них образуются белые струпья. Голос хриплый, грубый, часто кряхтящий; нередко имеется полная афония. В дальнейшем может развиваться заболевание более глубоких дыхательных путей, прежде всего отек легких и инфекции (пневмония).

Тяжелые ожоги вызывают также поражение нервной системы, вызывающее общее расстройство организма. Вдыхание горячих газов по своим последствиям имеет во многих отношениях сходство с отравлением раздражающими газами.

Наряду с поражениями органов дыхания при такого рода несчастных случаях могут быть также тяжело поражены глаза. Нередко наблюдаются помутнения роговицы.

Повышенная влажность воздуха

Значение влажности воздуха в гигиеническом отношении общеизвестно. Действие ее тесно связано с температурными условиями.

Расстройство здоровья наступает тогда, когда вследствие сильного повышения влажности резко затрудняется отдача водяных паров организмом; при этом однако должна иметь место также высокая температура. В этих случаях отмечаются чувство страха, тоски, головная боль и тяжелые последствия перегревания, головокружение и обморок, в крайних случаях тепловой удар.

Относительно совместного действия тепла, влажности и нечистого воздуха более подробные данные имеются в разделах «Дурно пахнущие газы», «Испорченный воздух».

Густой туман с давних пор считается вредным для здоровья. Во время туманов часто увеличивается число астматических припадков и заболеваний дыхательных органов. Но о непосредственно токсическом действии тумана не может быть и речи. Наблюдавшиеся в Бельгии, в долине Мааса, в 1930 г. массовые отравления «туманом смерти» следует несомненно приписать одновременно присутствовавшим в нем ядовитым газам (цианковые и аммиачные заводы). Более точные сведения о причинах частых случаев смерти не были опубликованы. В первую очередь можно предполагать сильно действующие ядовитые газы, как то: мышьяковистый водород, фосфористый водород или комбинацию их, и лишь во вторую очередь возникает вопрос о сернистом ангидриде, фтористых соединениях и т. п.

Совсем иначе, чем сырой воздух, действует воздух, лишенный влаги или бедный ею. Ненормальная сухость воздуха в общем не вызывает никаких более серьезных расстройств в состоянии здоровья. Повышенная отдача воды вызывает жажду, сухость кожи и слизистых оболочек. Сухой воздух вызывает в общем приятное ощущение, сырой — неприятное. Однако сухость воздуха сильно содействует возникновению пыли. У лиц, вынужденных по роду занятий много говорить, часто развиваются хрипота и прочие легкие расстройства. Эти расстройства не являются, как часто полагают, результатами действия одного лишь сухого воздуха, их скорее следует приписать вдыханию пыли, угольного дыма и т. п.

б) Смеси различных газов и комбинированные отравления

Случаи, когда одно чистое вещество в форме газа или пара является причиной отравления, встречаются в практической жизни гораздо реже, чем обычно предполагают. При обзоре встречающихся в технике опасных случаев отравлений мы встречаемся с решительным преобладанием смесей различных газов. Это обстоятельство с точки зрения судебной медицины и промышленной гигиены особенно подчеркивается Цангером и его учениками*. В большинстве случаев поражений, вызванных газами и им подобными веществами, следует предполагать комбинированное действие. Необходимо поэтому проверить, меняется ли благодаря этому заключение о таких случаях и в какой мере.

О комбинированном действии лекарственных веществ и ядов имеется значительная литература.

При этом обнаружилось, что часто получаются неожиданные модификации, преимущественно дающие усиление действия, особенно при комбинации веществ из различных фармакологических групп. Такое усиление действия называется «синергизмом». Когда эффект превышает простую сумму эффектов взятых веществ, то обычно не совсем правильно говорят о потенцировании. Перелом в этой области вызвали исследования Бюрги. После него этими вопросами занимались экспериментально многие авторы, как то: Фюнер, Штаркенштейн, Фрей, в последнее время особенно Леве**. Точные фармакологические исследования действия смесей газов в противоположность прочим комбинациям очень немногочисленны, если исключить смеси ингаляционных наркотиков. Важным выводом в отношении последних является заключение, что смешение наркотических паров дает мало заметное усиление; последнее достигается однако комбинацией ингаляционных наркотиков со снотворными или наркотическими алкалоидами, как морфий, скополамин. Повидимому в этих случаях мы имеем дело с различными точками приложения действия яда в клетке, с изменением растворимости, распределения, влияния условий адсорбции, проницаемости через поверхности, вероятно также и с ускорением реакций. При этом в отдельных конкретных случаях может вследствие взаимного обезвреживания получиться ослабление и замедление действия. При ослаблении действия обычно

* Zangger, Zentralblatt Gewerbehyg. 2 (1914). Erg. inn. Med. 1910 в Mohr-Staehelin, Handbuch der inneren Medizin, Bd. 6.

Müller Joh., Erfahrungen über kombinierte Vergiftungen im Gewerbe. Zentralblatt Gewerbehyg. 7, 57 (1919).

** Loewe, S. Die Mischarznei, Klin. Wschr. 6, № 23 (1927). Die quantitativen Probleme der Pharmakologie. Ergebn. d. Physiol. 27 (1928).

говорят об антагонизме. Наконец не исключена возможность, как и при действии смеси лекарств, появления нового своеобразного действия благодаря комбинации газов.

Немногочисленные проведенные до сих пор исследования, несмотря на сравнительную трудность точной дозировки, особенно вследствие меняющихся условий дыхания, показывают, что комбинация различных газов, особенно неодинакового типа действия, может вызвать усиление их действия.

Так, Зеегуйзен* обнаружил у крыс и морских свинок заметную разницу в действии хлора или хлористого нитрозила с сернистым ангидридом или же хлора с двуокисью азота при одновременном и последовательном вдыхании их. При одновременном вдыхании этих газов смерть наступала гораздо раньше, смеси действовали вообще сильнее. Комбинация сероуглерода и сероводорода была исследована Фишером** на кроликах. При этом не удалось обнаружить никакого потенцирования. Гофер*** наблюдал у кошек более сильное действие смеси окиси углерода с синильной кислотой по сравнению с двойной концентрацией каждого газа в отдельности. Им исследованы также смеси окиси углерода и сероводорода. В последнее время, тоже по предложению Флюри, В. Виртом**** была исследована комбинация окислов азота и окиси углерода. И здесь обнаружилось, что действие в некоторых случаях усиливается. Вдыхание смеси с определенным соотношением газов может вызвать смерть, между тем как соответствующие концентрации каждого из газов в отдельности вызывают самое большое легкое заболевание. Для смертельного действия таких смесей достаточно половины смертельной концентрации каждого газа, взятого отдельно. Смерть при вдыхании таких смесей наступает также быстрее. Рубин***** наблюдал также сенсibilизацию к окиси углерода при действии окислов азота.

При действии смеси сероводорода с незначительными количествами раздражающих газов судороги, а также одышка наступили раньше и были сильнее, чем при действии одного сероводорода (Флюри и Форстер, не опубликовано). При испытании применения в борьбе с вредителями аппарата для окуливания «Нога» отмечено усиление действия благодаря смешению сероводорода с окисью углерода и другими газами дыма (Флюри и Форстер). Также при действии боевых отравляющих веществ, часто применявшихся в виде смесей, предполагалось существование комбинированного эффекта. Точные данные по этому вопросу однако не опубликованы.

Газовые смеси в природе и в производственных условиях

Встречающиеся в природе газы, так же как и атмосферный воздух, всегда представляют смесь, состоящую из нескольких составных частей.

Природный газ, обычно встречающийся в нефтяных районах, содержит преимущественно метан и незначительные количества высших углеводородов. Он гораздо менее ядовит, чем содержащий окись

* Zeehuisen, Arch. néerl. Physiol. 7, 146 (1922).

** Fischer R., Biochem. Ztschr. 141, 1540 (1923).

*** Hofer R., Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 111, 183 (1925).

**** Wirth W., Diss. Würzburg 1930; Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 157, 264 (1930).

***** Rubin y Lehm ann, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 184, 1919 (русс. перевод, Ле ма н, Кр. учебник рабочей и профессиональной гигиены, 1923).

углерода светильный газ; опасность природного газа обусловлена преимущественно возможностью пожара и взрыва. В Карпатах в природном газе найдены также этилен, уголекислота, окись углерода и сероводород.

Природные газы встречаются особенно часто на Кавказе (Баку), в Северной Америке, в Мексике. Менее значительны источники природного газа в Восточной Азии (Китай), Румынии, Галиции. В Германии, Англии, Голландии природный газ встречается более или менее редко.

В зависимости от состава нефти меняются и образуемые ею газы. На нефтяных промыслах часто случаются отравления газами. Особенно опасными являются газы из легких масел, так как они содержат окись углерода и сернистые соединения. Содержащая серу нефть дает при перегонке самые ядовитые газы*.

При пожарах на нефтяных промыслах наряду с уголекислотой и окисью углерода образуются соединения серы и азота (пиридин и т. п.), альдегиды, кислоты. Кроме того в дымах обычно содержатся еще не сгоревшие углеводороды.

«Земляным» или природным газом во многих местах называют также вытекающие из земли газы и газовые смеси. По составу их можно разделить на разные группы.

Первая и главная группа этих газов содержит преимущественно уголекислоту. Они сопутствуют обычно минеральным источникам, содержащим уголекислоту. Внезапное появление больших масс уголекислоты вызывает иногда ужасающие катастрофы в шахтах, как например катастрофа в шахтах в районе Нейрод в Силезии, при которой погибло 150 человек. Уголекислоту содержат также известный собачий грот около Неаполя, долина смерти в Индии и извержения газов в вулканических местностях. Даже давно потухшие вулканы, например в Эйфеле, извергают еще уголекислоту.

Фумароли (горячие пары, выделяющиеся из лавы вулканов и содержащие хлористый водород, сернистый газ и др. газы — *Ред.*) содержат кроме уголекислоты и сернистого газа также другие кислые пары, как хлористый водород и отчасти летучие хлористые металлы. В сольфатарах (остывшие до 200—100° пары, выделяющиеся из лавы и содержащие сероводород, сернистый газ и др. газы — *Ред.*) имеются преимущественно сернистые соединения, в первую очередь сероводород.

Состав этих вулканических газов, особенно содержание в них паров воды, и их температура, весьма изменчивы. Всякого рода поражения, а также несчастные случаи с тяжелыми последствиями и смертельным исходом, вызванные такими смесями газов, выделяющимися из вулканов, из масс лавы, земных расщелин, пещер, известны уже с древних времен**.

Значение сероводорода как яда еще и в настоящее время недооценивается даже в кругах специалистов. В более высоких концентрациях он по силе своего действия приближается к синильной кислоте; в незначительных, встречающихся на практике, концентрациях он может вызвать длительные хронические поражения нервной

*Brown, Petrol. gas poisoning exp. in the Mexican field. Med. Rec. 99, 915 (1921).

**Poisonié, Entstehung von Kohlendioxyd im Erdinnern und ihr Auftreten in Bergwerken. Ztsch. f. angew. Ch. 43, 767 (1930).

Ruff, Die Ursache von Gasausbrüchen in Steinkohlengruben. Ztschr. f. ang. Ch. 43, 1038 (1930).

системы. Мало известно также раздражающее действие газа на глаза. В комбинации с другими токсическими явлениями эти поражения могут несомненно значительно усиливаться. Особенно следует обратить внимание на аммиачные и сероводородные смеси при действии их в закрытых помещениях. Во всяком случае внезапные отравления при несчастных случаях в рудниках и клоаках, как правило, вызываются сероводородом. Потерпевшие внезапно падают, бледнеют, у них появляются судороги, явления паралича, исчезает реакция зрачков. Часто наблюдаются последующие заболевания, особенно легких, а также почек. При длительном действии менее значительных концентраций этих «клоачных газов» отмечаются хронические расстройства, слабость, склонность к обморокам и головокружениям, повышенная раздражительность, расстройства кровообращения и пищеварения. В первой стадии часто наблюдаются тошнота и рвота, тяжесть в голове («le plomb» французов), впоследствии появляются более тяжелые нервные и психические заболевания. Во время выздоровления после острых отравлений часто еще в течение долгого времени имеются суставные боли, головные боли, легочные заболевания, расстройства пищеварения, поты, сердечная слабость.

В составе канализационных газов на первом месте стоит сероводород, за ним по токсикологическому значению следует аммиак. Айзенберг* при исследовании 115 рабочих канализации нашел слизистую оболочку носа здоровой лишь у 11%, у 66% имелось катаральное воспаление глотки, у 34% атрофия слизистой оболочки, у 60% обнаружено катаральное воспаление гортани. Содержание сероводорода в каналах составляло 33—99 мг в кубическом метре, содержание аммиака колебалось от 2 до 49 мг/м³. Таким образом можно полагать, что такие концентрации могут поражать слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Дальнейшие данные о канализационных, клоачных и навозных газах имеются еще в разделе «Дурно пахнущие газы».

Газы отхожих мест часто очень бедны кислородом, например всего 4%; кроме того в них могут находиться большие количества окиси углерода (8—10%) и водорода (10%), наряду с этим встречаются аммиак и амины, углекислота, углеводороды. Содержание сероводорода меняется, но в общем сравнительно невелико (до 0,03%). По Левину в клоаках обнаружено 0,25—4% сероводорода. Данные эти как будто слишком высоки. Газы, образуемые навозной жижей**, иногда также являются причиной несчастных случаев, особенно при выгребании ям. В этих случаях большое значение имеют еще инфекции, благодаря бактериям гниения и патогенным зародышам (пневмония, гангрена легких).

Правила безопасности при работе в канализационных колодцах, шахтах и т. п. должны соблюдаться так же, как и при работе с аппаратами на химических производствах. См. нижеприведенное обязательное постановление НКТ РСФСР.

О порядке производства внутреннего ремонта, чистки и осмотров аппаратов химических производств. (Обязат. пост. НКТ РСФСР 7/II 1933 г., № 6, Изв. НКТ, № 8, 1933).

1. Производство всякого рода работ внутри аппаратов, резервуаров, мерников, цистерн и пр. для их чистки, ремонта, осмотров должно производиться по назначению и с ведома заведующих цехами или их заместителей.

* Айзенберг, Влияние сероводорода и аммиака на верхние дыхательные пути. Русск. Отол. -1927, 494.

** Barth, Presse méd. 31 (1929).

2. Спуск рабочих внутрь тех аппаратов, в которых по роду технологических процессов могут выделяться ядовитые газы или находиться остатки веществ, выделяющих эти газы, должен производиться в присутствии на месте работы мастера или его заместителя, а также заведующего техникой безопасности, и только после того, как последние убедятся лично в степени безопасности работ.

На производство этих работ должны наряжаться тщательно проинструктированные рабочие, в необходимых случаях в количестве не менее 2 чел., из которых один должен находиться вне аппарата и наблюдать за работой находящегося внутри.

3. Рабочие, спускающиеся внутрь аппарата, должны быть опоясаны соответствующими поясами с лямками и с привязанной к ним веревкой, свободный конец которой должен быть в руках наблюдающего; рабочие, спускающиеся внутрь аппаратов, должны быть снабжены масками.

4. В случае, если рабочий, находящийся внутри аппарата, почувствует себя дурно, должны быть немедленно приняты меры к его извлечению из аппарата, причем спасающие должны быть снабжены всеми необходимыми для этого приспособлениями.

(Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, 1935 г., стр. 502.)

В шахтах также часто случаются смешанные отравления газами. На первом месте по токсикологическому значению стоят окись углерода, углекислота и метан («рудничный газ»).

Комбинация окиси углерода и углекислоты до сих пор систематически еще не исследована. Некоторые врачи полагают, что в картине отравления окисью углерода имеются заметные отклонения в случаях участия в отравлении больших количеств углекислоты, например более быстрое течение, более сильное состояние возбуждения, менее резкий ступор. Окись углерода приблизительно в 100 раз токсичнее углекислоты (Гейбнер), усиление действия может происходить вследствие возбуждения дыхания, вызываемого углекислотой. Этим может быть объяснено также более быстрое наступление смерти. При наличии в воздухе окиси углерода и углекислоты в количествах, превышающих норму, и одновременном уменьшении содержания кислорода, прямое сложение ядовитого действия этих газов еще не определит степени токсичности газовой смеси, так как с повышением содержания углекислоты и уменьшением количества кислорода токсичность равных количеств окиси углерода возрастает. По Деккерту* степень токсичности может быть количественно выражена с помощью простой формулы. Формула гласит: коэффициент токсичности (G) смеси воздуха с углекислотой и окисью углерода равен произведению процента углекислоты на процент окиси углерода, деленному на процент содержания кислорода. Для получения достаточно больших величин результат умножают еще на 500. Таким образом:

$$G = \frac{\%CO_2 \cdot \%CO}{\%O_2} \cdot 500.$$

Граница между опасными для жизни и безопасными воздушными смесями вернее всего определяется цифрой 1, так как 1 представляет частное от произведения 3% углекислоты на 0,01% окиси углерода, умноженного на 500 и деленного на 15% кислорода, т. е. коэффициент воздушной смеси, содержащей лишь незначительные следы окиси углерода, но в отношении содержания углекислоты и кислорода, имеющей величины предельные, близкие к опасным для жизни. Допустимый коэффициент не должен быть выше 1.

Отравления окисью углерода могут достигать громадных разме-

* Deckert, Arch. f. Hyg., 102, 254 (1929).

ров во время газовых катастроф в шахтах. Опасные смеси газов получаются также во время пожаров, возникающих нередко в шахтах.

Газы подземных пожаров образуются не только из угля, но и из находящегося в шахтах леса, ввиду чего в них могут содержаться все продукты перегонки дерева. При горении пластов в залежах бурого угля получается много углекислоты, а из ядовитых газов — преимущественно окись углерода и в незначительных количествах фенолы, пиридин, углеводороды, акролеин, формальдегид, цианистый водород, пары кислот. Взрывы в шахтах вызываются углеводородами (почти исключительно метаном), но во всяком случае не окисью углерода. Однако, являясь продуктом взрывов, окись углерода в первую очередь бывает причиной отравления.

Недостаток кислорода в шахтах также играет большую роль в возникновении отравлений газами. Кислород в них поглощается людьми, рабочими животными, горящими лампами, вследствие химических реакций в угле, породах, гниющем лесу, пожаров, взрывов и подрывных работ. Имеются точные исследования, касающиеся зависимости действия окиси углерода от степени недостатка кислорода. Мыши в чистом кислороде выдерживают в тринадцать раз большие количества окиси углерода, чем в атмосферном воздухе; наоборот, в воздухе, бедном кислородом, уже незначительные, обычно безвредные концентрации окиси углерода быстро вызывают тяжелые отравления. То же относится и к углекислоте. Нормально животные погибают в 20%-ной концентрации углекислоты, а при недостатке кислорода уже при 8%-ной концентрации (Леман). Недостаток кислорода усиливает также действие углекислоты на дыхательный центр (Леймдерфер, 1909).

Организация снабжения шахт воздухом осуществляется вентиляционным хозяйством. Бедный кислородом воздух называется удушливым (*matte Wetter*); ядовитый воздух (*böse Wetter*) представляет смесь воздуха с вредными газами; горючий воздух (*brandige Wetter*) — смесь воздуха с окисью углерода; гремучий газ (*schlagende Wetter*) содержит метан; гнилой воздух (*faulige Wetter*) — преимущественно сероводород; удушливый газ (после взрыва, после выпала шпуров) (*Schwaden, Nachwaden* и др.) — много углекислоты. Воздух шахт не должен содержать больше 1% метана. Порче воздуха в шахтах кроме газов между прочим сильно способствует пыль от угля и пород.

Опасности от газа на газовых заводах многочисленны и разнообразны. Главным образом имеет значение вдыхание смеси окиси углерода и аммиака. При несчастных случаях на аммиачных заводах могут образоваться смеси из окиси углерода, сероводорода и цианистого водорода; в топочном помещении имеют еще значение раздражающие газы и пыль. Наконец возможны еще поражения кожи и глаз благодаря действию дегтя, смолы и т. п. Заболеваниям способствуют еще высокие температуры, особенно благодаря резким температурным колебаниям.

Комбинированные отравления благодаря вдыханию паров различных видов дегтя изложены подробнее в разделе «Деготь и смола». Дополнительно следует особо упомянуть о современных методах перегрева, крекинг-процессе и т. д., при которых образуются большие массы углеводородов с низкой точкой кипения, особенно типа бензина. В этих случаях особенно часто встречаются смеси с непредельными соединениями (олефинами). Современные методы перегонки при низких температурах также дают смеси, химический состав и фарма-

кологическое действие которых далеко еще не полностью изучены (смолы с низкой температурой кипения).

При перегонке и технической переработке бурого угля на брикетных заводах и т. п. имеют важное значение смеси из различных летучих составных частей дегтя. Из них особенного внимания с токсикологической точки зрения заслуживают соединения серы. Один паровозный кочегар заболел пневмонией * со смертельным исходом вследствие вдыхания газов, образующихся из брикетов бурого угля (ср. раздел «Дурно пахнущие газы»).

Газы, образующиеся в производстве кровельного толя, также являются причиной комбинированных отравлений. В этих случаях имеют значение бензол (и углеводороды бензольного ряда), окись углерода, аммиак и сероводород. По наблюдениям Крукова ** на одном заводе у всех рабочих наблюдались хронические воспаления верхних дыхательных путей (атрофия, гиперплазия). Воспалительные процессы переходят со слизистой оболочки носа и зева на среднее ухо и поражают орган слуха. Отмечалась повышенная раздражимость вестибулярного аппарата.

Перегонка дерева дает из ядовитых продуктов преимущественно фенолы, альдегиды (формальдегид), пары уксусной кислоты. Поражения глаз вызываются главным образом аллиловыми соединениями (острое и хроническое воспаление соединительной оболочки глаз, расстройство зрения, судороги аккомодационных мышц) ***.

Органы дыхания и центральная нервная система при продолжительном действии паров также подвергаются комбинированным поражениям. В газах, образующихся при получении древесного угля, были обнаружены преимущественно окись углерода и углекислота; в незначительных количествах — углеводороды, сернистый газ, цианистый водород.

Колошниковые газы содержат до 25% окиси углерода, наряду с этим много углекислоты и немалые количества сероводорода.

В газах печей для обжига известняка были кроме того обнаружены сернистый газ, иногда также мышьяковистый водород и фтористые соединения.

Особенно часто случаются комбинированные отравления дымами и газами горения. Подробнее об этом будет сказано в разделе «Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах».

Точно так же см. соответствующие специальные отделы в отношении комбинированных отравлений горючими газами, сжируемыми газами, а также газами, образующимися при взрывах и подрывах.

Обзор всех разнообразных опасностей отравления, вызываемых одновременным вдыханием различных вредных газов, паров и составных частей пыли, в химической промышленности почти невозможен. Все же заболевания, вызванные ядами, здесь получают пожалуй менее часто, чем в других не чисто химических отраслях промышленности, особенно на мелких предприятиях.

Ниже приводится лишь несколько примеров, которые дадут основные указания для распознавания и суждения о возможных опасностях комбинированных отравлений.

Производство кислот и щелочей. Пары кислот, окислы азота, хлор, аммиак; свинец, мышьяк, мышьяковистый водород.

* Gerbis, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F., 4 (1927).

** Круковер, «Гигиена труда» 1927.

*** Виленский, «Гигиена труда» 1926.

Производство удобрений. Пары кислот (фтористоводородная кислота), сероводород, окись углерода; пыль от негашеной извести, томасшлаки.

Производство минеральных красок. Свинец, мышьяк, ртуть, сероводород.

Электрохимические производства. Хлор, фосфористый водород, мышьяковистый водород, аммиак, окись углерода.

Металлургия и металлообработка. Свинец, мышьяк, сурьма, ртуть и т. д.; металлические пары (цинк); окись углерода, сернистый газ, сероводород, цианистые соединения, мышьяковистый водород, хлор, окислы азота, пары кислот и др.

Керамические предприятия. Окись углерода, соединения фтора, сероводород, пары кислот; ядовитая пыль красок, свинец, мышьяк, ртуть, хром.

Органические препараты. Ядовитые исходные вещества и промежуточные продукты, как хлористые соединения фосфора, фосген, производные метана, соединения серы, производные циана, примеси вроде мышьяка, мышьяковистого водорода, свинца.

Взрывчатые вещества. Пары кислот (особенно окислы азота), мышьяковистый водород, ртуть, цианистые соединения, органические растворители, нитросоединения. Ср. также раздел «Газы взрывов», «Окислы азота», «Окись углерода».

Органические краски. Ядовитые исходные вещества, промежуточные и побочные продукты, как фосген, альдегиды, производные метана, углеводороды бензольного ряда, нитро- и аминбензолы, фенолы; кислоты, хлор, сероводород, цианистый водород, мышьяк, сурьма, свинец.

Красильни. Кислоты, белильные вещества (хлор, сернистый газ), протравы (соединения хрома), растворители.

Из многочисленных возможностей для возникновения комбинированных отравлений в промышленности необходимо еще особо упомянуть следующие.

Доменный дым. Состав его в зависимости от исходных материалов весьма разнообразен. В дыму имеются прежде всего мышьяковистая кислота, затем летучие окиси металлов, окись свинца и цинка, затем сернистый ангидрид, при известных условиях также сероводород и другие соединения серы, соединения селена, мышьяковистый водород, пары кислот, окись углерода, углеводороды.

Литейные газы. Кроме паров металлов и их окислов имеют значение испаряющиеся из литейных форм соединения серы, цинка, фосфора, мышьяка, окись углерода. В горячих дымовых газах имеются часто большие количества окиси свинца.

При электрической сварке часто образуются окислы азота, аминсоединения и цианистые соединения*.

Газы отвалов и шлаков** также представляют опасность для окружающих. Они представляют собой смесь углекислоты, окиси углерода, углеводородов, сернистого ангидрида. Наряду с этими газами и прочими продуктами неполного сгорания, при отвалах могут иметь место взрывы. Опасна также и поливка водой при тушении пожаров. Промышленные шлаки выделяют иногда спустя годы и даже десятки лет ядовитые газы и пары.

* Adler-Herzmark, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F., 6, 193 (1929).

** Philipp, Die Gefahren der Haldengase, Zentralblatt Gewerbehyg., N. F. 3, 135 (1926).

В сахарном производстве могут иногда одновременно образоваться окись углерода, синильная кислота, углеводороды и содержащие азот соединения.

Борьба с вредителями. Многие применяемые в борьбе с вредителями газы, пары, туманы, распыляемые и разбрызгиваемые средства представляют собой смеси; напомним лишь о смесях синильной кислоты с раздражающими газами, о содержащих сероводород газах для окуливания, комбинациях свинцовых и мышьяковистых соединений в виноделии и садоводстве, смесях никотина с швейнфуртской зеленой, мышьяковокислым кальцием, соединениями серы и т. п. Ср. также раздел «Борьба с вредителями».

Медицина. В ней имеют прежде всего значение комбинированное действие наркотических средств (эфир, хлороформ) и продуктов их разложения. Они рассматриваются при изложении соответствующих веществ или в разделе «Применение газов в медицине».

Средства для тушения огня. Здесь лишь укажем на возможность комбинированных отравлений смесью газов, образующихся при горении, с парами и продуктами разложения современных средств для тушения огня (ср. раздел «Средства для тушения огня»).

Особенно много возможностей для возникновения комбинированных отравлений имеется при применении современных растворяющих.

Органические растворители лишь в редких случаях применяются не в смеси или в химически чистом виде. Именно благодаря удачному смешению получаются здесь особенно эффективные смеси. Часто значительные добавления дают ценный технический эффект, особенно при применении веществ, принадлежащих к разным химическим группам. Соответственно этому и отравление будет протекать иначе, так как влияние паров таких смесей на организм носит другой характер. При проникновении и распределении в клетках и тканях организма имеют большое значение различия в смачиваемости, растворимости, а отсюда и в изменениях коллоидного состояния, набухания, эластичности и степени дисперсности. Если таким образом благодаря смешению паров растворителей может появиться новое действие или усиление его, то на практике эти возможности еще увеличиваются благодаря примесям и прочим добавлениям. Это в особенно сильной степени имеет место при методе распыления жидкостей, все более широко применяемом в производстве лаков, в автопромышленности, на металлообрабатывающих и деревообделочных предприятиях, в художественных мастерских, малярном деле, красильнях, обойной, бумажной и кожевенной промышленности. Необходимо учесть, что там же кроме жидких растворителей вдыхаются еще растворенные твердые вещества и прочие добавления, как смолы, нитроклетчатка, смягчители (трикрезофосфат и т. п.), краски, между прочим и ядовитые минеральные краски.

Разительный пример опасностей примесей представляют тяжелые отравления трихлорэтиленом в годы мировой войны (Плеснер). Виновниками их являются примеси, содержащие серу и мышьяк, а также соединения типа фосгена. Аналогичные вещества влияют при отравлениях продуктами очистки ацетиленом [Gerbis, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 5, 97 (1928)].

В вопросе о вредности паров денатурированного спирта господствует такая же неопределенность и путаница, как и в области органических растворителей. Токсичность пиридина повидимому сильно преувеличена (Блашко, Фишель). Часто

при хроническом действии денатурированного спирта появляются поражения глаз и кожи *. При соблюдении необходимых мер предосторожности не приходится возражать против промышленного использования денатурированного спирта (Леман, Кельш, Леви). Во всяком случае и здесь следует предполагать комбинированное действие, так как ни одно из известных средств для денатурирования, в том числе и скипидар, ацетон, эфиры фталевой кислоты, не является вполне индифферентным или безвредным. Спорным является также вопрос, следует ли приписывать заболевания, наблюдающиеся у полировщиков и работающих с лаком, исключительно метиловому спирту или его примесям. Метиловый спирт-сырец содержит примеси фенолов, крезолов и других составных частей каменноугольного дегтя.

Распознавание комбинированных отравлений

При подозрении об отравлении, особенно в случаях неясных, никогда не следует думать об одной единственной причине поражения. Комбинированные отравления получаются также и в случаях, когда отдельные вещества действуют раздельно, но по времени следуют друг за другом. При этом следует учитывать не только влияние одних лишь промышленных ядов. Многочисленные данные говорят за то, что в смешанных отравлениях прежде всего громадная роль принадлежит алкоголю. Поэтому в большинстве вредных производств (свинец, мышьяк, ртуть и др.) строгой запрещено употребление алкоголя. Общеизвестно ухудшение, а часто и появление симптомов отравления после приема алкоголя при отравлениях нитро- и аминосоединениями, особенно анилином и нитробензолом, цианамидом, цианамидом кальция, сероуглеродом. Это доказано также и экспериментально. Кроме спирта имеют значение также табак, вкусовые средства, а также наркотические яды. Имеющиеся заболевания, например сморщенная почка, часто затрудняют диагноз, так как благодаря им получается очень неясная картина заболевания. Иногда наряду с интоксикациями имеются также инфекционные заболевания. Ухудшение течения отравления газами получается также благодаря ожогам, например при пожарах и взрывах. Это сказывается в тяжелом и ускоренном течении отравления окисью углерода при одновременном поражении кожи и органов дыхания жаром или пламенем. Кроме того влияют еще мало пока исследованные связи между действием яда и работой, утомлением, климатические влияния (сырость, жара), психические факторы; слишком мало также еще изучено влияние ядов на молодых субъектов, женщин и стариков.

Трудности диагностики и профилактики смешанных отравлений или комбинированных поражений от ядов и других факторов немногим отличаются от трудностей, встречающихся при отравлениях вообще. Особенно запутанные отношения получаются благодаря

* Blaschko, Der denaturierte Spiritus, Dtsch. med. Wchschr. 1890, 475.

Lehman n, Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 237, 1919. (Русский перевод — Леман, Краткий учебник рабочей и проф. гигиены, стр. 243, 1923).

Loewy, Biochem. Ztschr. 86, 5, 175.

Vrtljschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen 48, 93 (1914, Suppl.).

громадному количеству возможностей отравления, широкому применению химических препаратов, усложнению и частой смене технических приемов.

В области смешанных отравлений мы проходим еще первые этапы. Даже важнейшие промышленные яды, как например окись углерода и свинец, не разработаны в этом направлении. Первым условием для предохранения от опасности является основательное ее изучение.

с) Зловонные газы. Запахи

Общие сведения

Испокон веков существует убеждение, что многие зловония вредны для здоровья. Это убеждение настолько широко распространено, что при обратном явлении отсутствия дурно пахнущих веществ в атмосфере вообще отрицают возможность отравлений газами. Как опасно такое ложное убеждение, доказывает повседневный опыт с отравлением окисью углерода, не имеющей запаха. Также и на войне мало пахучие боевые отравляющие вещества являлись как раз причиной наибольших потерь.

Все же обоняние может во многих случаях предупредить об опасности и побудить к удалению из подозрительной атмосферы, в которой имеются или могут находиться вредные газы. Отношение отдельных людей и особенно животных к запахам весьма различно. Запах, кажущийся одному противным и отталкивающим, другого привлекает и притягивает. Напомним лишь о значении запахов в питании и половой жизни. Какую роль играют в этом вопросе субъективные факторы, показывает индивидуальное отношение к собственным запахам. Вряд ли нужно упоминать, что домашние животные, например собаки и кошки, повидимому воспринимают некоторые запахи по-другому, чем люди.

Высота порога чувствительности к запахам зависит от привычных раздражений, определенной профессии, индивидуальных особенностей организма. Так например химики перестают ощущать специфические запахи лаборатории, медики — запах трупов, и т. д. В городах, изобилующих стоками, приезжие сильнее чувствуют неприятный запах, чем местные жители. То же самое мы можем наблюдать в дурно пахнущих квартирах, в плохо вентилируемых помещениях, наполненных табачным дымом и угольным чадом. Это связано также с очень быстрым «утомлением» и притуплением чувства обоняния. В некоторых случаях мы имеем также дело с «отравлением» обоняния, т. е. с токсическим поражением органа чувств газами. Об этом было более подробно изложено при описании отдельных отравлений газами.

Собственно орган обоняния в физиологическом смысле находится несколько в стороне от проводящих воздух путей на высоте носовой перегородки и занимает лишь небольшой участок с площадью не больше одного квадратного сантиметра. Значительные количества пахучих веществ приходят в соприкосновение с этим «обонятельным эпителием» при коротком толчкообразном вдыхании носом (при обнюхивании). Действие многих газов и паров, обладающих запахом, распространяется не только на нервы обоняния, но и на вкусовые нервы, чувство боли и даже на осязание и температур-

ное чувство. Это доказывается ощущением кислого при вдыхании паров кислот, сладкого при вдыхании хлороформа и т. п. веществ, горького при вдыхании нитробензола, пиридина и т. д. Раздражающие газы вызывают ощущение острого, жгучего, а ментол и близкие к нему вещества — ощущение холода.

Только чистые пахучие вещества, в узком смысле этого слова, действуют исключительно на чувство обоняния. Они отличаются высокой способностью к адсорбции. Это видно из стойкости их запаха на коже, волосах, тканях и одежде.

У пахучих веществ мы часто наблюдаем своеобразное явление зависимости характера запаха от концентрации. Определенной закономерности в этом отношении не удалось установить. Как раз химические вещества, обладающие наиболее зловонным запахом, далеко не все вызывают в сильно концентрированной форме неприятное ощущение, иногда отвратительный запах появляется лишь при сильном разведении (меркаптаны). Некоторые же вещества обладают приятным запахом лишь при большом разведении. Наиболее ценные духи содержат очень небольшие количества зловонных веществ, например цибет, мускус, паракрезол и т. п. Искусственный мускус (нитробутилтолуолы) в концентрированной форме не имеет запаха. Крайне неприятное раздражающее вещество бромстирол в разведенном виде обладает запахом гиацинта. Многие другие вещества парфюмерной промышленности в сильно концентрированном или неразведенном виде представляют далеко не приятно пахнущие вещества.

Вопрос о вредности пахучих веществ, выделяемых цветами, фруктами и т. п., еще мало выяснен. Не может быть сомнения в том, что все соответствующие вещества при достаточно высокой концентрации могут оказывать токсическое действие, особенно наркотическое и парализующее. Содержащиеся в эфирных маслах терпены, спирты, альдегиды, кетоны, фенолы, сложные эфиры и прочие относящиеся сюда вещества являются более или менее ясно выраженными нервными ядами. Поэтому вполне понятно и возможно, что особенно чувствительные лица после вдыхания сильного запаха цветов страдают головной болью, тошнотой и другими легкими расстройствами. Тяжелые явления наблюдаются лишь в совершенно исключительных случаях. Вряд ли известно что-нибудь о заболеваниях профессионалов цветоводов, садовников и продавцов цветов. Напротив, отравления эфирными маслами (горчичное масло, хрен), особенно скипидаром, иногда имеют место. Ср. «Специальную часть». Более серьезные поражения или даже смертельные случаи, приписываемые вдыханию цветочных запахов, имеют по видимому, как правило, другие причины. В жилых помещениях следует всегда прежде всего подумать об окиси углерода.

При отравлениях в плотно закрытых складских помещениях может быть прежде всего речь об углекислоте. На кораблях, нагруженных апельсинами, находили в трюмах мертвых «зайцев». В трюмах накаплилась углекислота, кислород же поглощался. Подобным же образом следует объяснять несчастные случаи, имевшие место на угольных бункерах. Смерть от «аромата сена» следует отнести не за счет пахучих веществ, а за счет газообразных продуктов разложения сена, прежде всего углекислоты. Однако при этом могут действовать еще и такие вещества, как кумарин. В сообщениях о случаях смерти в закрытых складах сена, аналогично отравлениям в силосных ямах, следует приписать смерть тем же причинам; кроме того здесь может иметь значение также окись углерода.

Встречающиеся в обыденной жизни и на производствах запахи, как правило, происходят от смесей весьма разнообразного состава. Это касается не только дурно пахнущих газов и паров, но и приятно ощущаемых ароматических веществ, пищевых и вкусовых средств, винного букета, запаха фруктов, благоухания цветов. Сюда относятся также искусственные ароматические вкусовые суррогаты, косметические средства, предметы туалета и прочие предметы ухода. Последние часто в токсикологическом отношении не безразличны, как например так называемое искусственное масло горьких миндалей — нитробензол. Состав таких смесей часто трудно разобрать, так как многочисленные составные части взаимно покрывают, а также и изменяют друг друга. Иногда однако отдельные вещества преобладают и определяют своеобразный характер запаха смеси, например в запахе пота преобладает аромат летучих жирных кислот (масляные кислоты), в запахе козла — группа капроновой кислоты, в селедочном и рыбном запахе — аминовые основания, в запахе конюшен — аммиак и крезолы, в запахе кала — скатол, в запахе лука и капусты — содержащие серу масла. Как показывают примеры с запахом дичи, сыра и других пищевых средств, у продуктов брожения и гниения запах меняется в зависимости от стадии разложения.

Сильные запахи развиваются также при различных процессах разложения органических веществ.

Тление является медленно протекающим процессом разложения органических веществ, в котором преобладают процессы окисления. При разложении растительных веществ образуются преимущественно углекислый газ, кислоты и богатые кислородом вещества, дурно же пахнущих веществ, как аммиак и сероводород, образуется мало. В богатом воздухом, пористом или рыхлом материале они окисляются в такие не имеющие запаха вещества, как азотистая, азотная или серная кислота.

Прение характеризует такие процессы тления, в которых имеется сравнительно мало кислорода, но много влаги. Типичным примером может служить процесс разложения буйной растительности, прежде всего в девственных лесах. При прении образуется меньше углекислоты и больше метана и прочих углеводородов. И здесь обоняние в общем мало раздражается дурно пахнущими газами.

Брожение характеризует процессы разрушения, вызванные ферментами, большей частью в веществах, не содержащих азота, преимущественно углеводах и родственных им веществах, а также и в жирах. Брожением большей частью расщепляются сахара и сырьевые продукты, содержащие сахар. В зависимости от основного продукта разложения различают алкогольное, уксуснокислое, масляно- и молочнокислое брожение. Пример наиболее изученного алкогольного брожения показывает, что в этих процессах часто рядом протекают сложные реакции (Нейберг). Брожением часто обозначают известные, протекающие с образованием газа бактериальные процессы разложения, например аммиачное брожение мочи, разложение клетчатки на углекислоту и метан (газовое болотное брожение, брожение клетчатки). Сюда также относятся ферментативные процессы при изготовлении табака и некоторых растительных, лечебных и вкусовых веществ, при приготовлении и консервировании пищевых и кормовых продуктов. При брожении в узком смысле этого слова дурно пахнущие вещества играют второстепенную роль. Продуктами его являются прежде всего углекислота, водород, альдегиды, спирты, сложные эфиры, жирные кислоты. При известных процессах

брожения в закрытых помещениях главную угрозу представляет образующаяся в больших количествах углекислота.

Между процессом брожения и процессом гниения имеются многочисленные переходы.

Гниением в более узком смысле называют разложение животных веществ всякого рода бактериями и собственно возбудителями гниения, часто также и «брожение» белковых веществ. Процессы гниения, как и процессы брожения, также трудно химически строго разграничить и свести к определенным реакциям брожения. Обычно в происходящих в природе процессах гниения многочисленные микроорганизмы различных видов действуют вместе и постепенно разлагают сообразно с их биологическими свойствами сложные азотсодержащие, преимущественно белкового типа, вещества. Гниение происходит и без доступа воздуха. Анаэробные бактерии играют большую роль, особенно в глубоких слоях вещества. Сначала образуются пептоны, затем аминокислоты, жирные кислоты, оксикислоты, аммиак, аминовые основания, например триметиламин, сернистый аммоний сероводород, меркаптаны, кроме того, фенолы, индол, скатол и т. п. Как и при брожении, образуются также и углекислота, водород и другие безвредные конечные продукты разложения.

Можно допустить, что кроме упомянутых веществ при гниении образуются еще и другие химически мало изученные зловонные вещества. Во всяком случае для понятия гниения является существенным образование дурно пахнущих продуктов. Главными представителями зловонного гниения являются конечные продукты разложения — сероводород и аммиак. Хотя последние иногда могут нанести вред здоровью, однако опасность продуктов гниения обусловлена не действием этих продуктов через легкие, а в гораздо большей степени другими причинами — нелетучими ядами гниения и возможностью инфекции при попадании продуктов гниения в кровь.

Убеждение в том, что гниющие вещества являются вредными, существует давно. Эти продукты («миазмы») с давних пор связывали с возникновением эпидемий и болезней. Название малярия указывает на предполагаемую связь между этой болезнью и дурным воздухом. Лишь исследования Гаспара (1822), Магенди (1823), Панаума (1856) показали, что вдыхание газов гниения не вызывает у животных тяжелых симптомов отравления. Их заслугой является доказательство, что яд гниения не газообразное вещество. Повседневный опыт показывает, что люди, принужденные во время работы почти непрерывно вдыхать газообразные продукты гниения, часто весьма долго пребывают в здоровом состоянии. Сюда относятся рабочие канализации, ассенизаторы, кожевники, рабочие сыроварен. Богатый опыт в этом отношении имеется и во врачебном деле, например у анатомов. Некоторые отрасли техники основаны именно на процессах гниения, например кожевенное дело, получение некоторых сортов бумаги, обработка льна, обработка животных отходов, удаление сточных вод, туковая промышленность.

Токсичность газов гниения весьма различна, но большинство их более или менее безвредно. Более серьезная опасность возникает лишь при накоплении сероводорода и аммиака в высоких концентрациях в закрытых помещениях (ср. «Специальную часть» и раздел «Смешанные отравления»).

Трупные газы. Трупы людей и животных образуют те же продукты гниения, что мясо и другие вещества животного происхождения. Никаких особенно ядовитых газов, кроме известных уже

газов гниения, они не образуют. В закрытых массовых могилах, заполненных тесно сваленными многочисленными трупами, может очень часто встречаться в больших количествах сильно ядовитый сероводород. Опыт войн показывает, что оставшиеся на поле битвы трупы могут заполнить воздух на далекое расстояние отвратительным запахом, от которого очень страдают лица, вынужденные вдыхать его. Но говорить о настоящем отравлении в этих случаях не приходится. Военные эпидемии не имеют ничего общего с испарениями с поля битвы.

Дурно пахнувшие газы каналов, клоак, уборных *

Распространенное еще в древности среди египтян, греков и римлян убеждение, будто многие болезни возникают благодаря испорченному воздуху, удержалось еще до нового времени. Оно поддерживалось особенно отдельными несчастными случаями при опускании в колодцы, навозные ямы, каналы. В конце XVIII столетия эти древние взгляды вновь ожили в виде газовой теории инфекционных заболеваний. Центральным пунктом ее была заразность газов каналов. В Германии и Франции благодаря влиянию таких ученых, как Петтенкофер, Кох, Пастер и другие, эти теории постепенно потеряли всякую почву. Однако эти взгляды в Англии, в которой канализация была введена уже очень давно, вследствие скученности населения, держались продолжительное время. Английское законодательство уже с XVI века подробно занималось этими вопросами. «Ядовитые испарения» каналов вызывали иногда даже массовые психозы.

Газами каналов называют содержащиеся в каналах газы, собирающиеся над поверхностью жидкости. В норме содержание ядовитых газов в каналах незначительно. Условия, однако ухудшаются при нарушении оттока, при присоединении стоков химических фабрик, кожевенных, сахарных и пивоваренных заводов. Многие канализационные рабочие стали жертвами своей работы главным образом вследствие удушья при опускании в шахты. Большей частью в них имеются так же, как в клоачных газах, сероводород, соединения аммиака, скатол, метилмеркаптан, уголекислота, водород, углеводороды, конечно также и азот. «Сырой» запах получается вероятно от грибковой флоры стенок каналов.

Испарения водных каналов в Амстердаме (голландские «грахты»), Венеции, Гамбурге временами очень неприятны. По Сторм ван Левену они неприятны, но не опасны для здоровья. Проникновение почвенной воды в дома умножает сырость и способствует образованию аллергенов из плесени и т. п. Последние могут вызвать аллергические заболевания, например астму.

В трубах, находящихся в домах участков канализации, запах гораздо неприятнее, чем в самих каналах. В отравлениях газами канализационных труб возможно участие мышьяковистый водород (Гелих, 1911). В этих газах еще резче выступает запах испарений и кухонных отходов. Отравление клоачными газами в основном вызывается вдыханием сероводорода.

Газы навозной жижи содержат преимущественно аммиак, сероводород, меркаптаны. Большинство несчастных случаев полу-

* Feldman, P., Die Kanalgas-theorie, Diss. Würzburg 1926.

Klein W., Vergiftung durch Einatmen von Kloakengasen. Deutsch. Ztschr. gerichtl. Med., 1, 228 (1922) (казуистика).

чается при уборке навозных куч и ям с жижей. Когда потерявшие сознание от действия газов падают в жижу, то впоследствии могут получить тяжелые инфекции легких, пневмония и гангрена легких.

В газах отхожих мест имеется большое количество углекислоты (до 10%), водорода, метана, кроме того сероводород (0,03%), аммиак и т. п.

Заболевания, носившие прежде название «мефитизм», которые врачами прежних времен приписывались действию kloачных газов, вероятно не являлись газовыми интоксикациями. Повидимому в большинстве случаев имелись инфекционные заболевания, в особенности тиф.

«Испорченный воздух»

В закрытых помещениях, везде, где имеется скопление множества людей, кроме повышенного содержания водяных паров, углекислоты и повышения температуры имеются дурные запахи, вызывающие более или менее тяжелые страдания.

Их следует приписать в первую очередь нормальным выделениям и продуктам их разложения, т. е. выделениям кожи (поту), слизистых оболочек, запаху изо рта, выделению кишечных газов. При недостаточной чистоте и особенно при заболеваниях эти запахи могут стать невыносимыми. Стоит лишь напомнить о запахе разложившегося пота, о запахе при раке и гангрене легких.

Специфических токсических веществ в выдыхаемом человеком воздухе не имеется. Все попытки обнаружения каких-либо «антропо-токсинов» оказались безрезультатными (Леман, Флюгге, Инаба, Вейсман). В случаях, когда были обнаружены в воздухе «токсины утомления» (Вейхардт), вероятно имелись мельчайшие капельки содержащих белок веществ, химический состав которых неизвестен.

К запахам тела присоединяются в зависимости от условий табачный дым (см. раздел «Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах»), резко пахнущие духи, помада и прочие косметические средства, запахи пищевых продуктов и напитков, газообразных продуктов, осветительных, отопительных и зажигательных устройств, дезинфекционных средств, мыла, паркетной мази, цветов и т. д.

Большое значение имеют в этих случаях индивидуальные факторы, привычка и в первую очередь психические влияния. В случаях тошноты, обмороков в переполненных помещениях, церквях, театрах, концертных залах, кроме упомянутых «токсикологических» причин, имеют еще влияние психические моменты, всякого вида возбуждения, во многих случаях возможно также утомление, долгое стояние, голод или поспешная еда (Леман)*. Чаще всего вероятно решающее значение имеет жара.

В жилищах часто наряду с окисью углерода, сероводородом, аммиаком имеются еще разнообразные запахи кухни, расположенных рядом спален, прачечных, уборных. Вопрос о составе воздуха в рабочих помещениях, особенно фабрик, уже давно тщательно изучается органами здравоохранения и промышленными гигиенистами. В отношении испорченного воздуха трактиров, железнодорожных помеще-

* K. Lehmann, Gesundheitsstörungen in geschlossenen Räumen. Arch. f. Hygiene 91, 283 (1922).

ний, пароходов, кроме повседневного практического опыта, имеются тщательные гигиенические исследования.

Все же не следует ни в коем случае приписывать хронические страдания (в особенности, анемии) исключительно одному лишь влиянию испорченного воздуха в квартирах с плохо проветриваемыми, сырыми, темными помещениями. Большей частью здесь дополнительно имеют еще значение сопутствующие условия жизни, как то: питание, условия работы, алкоголь и другие вредности.

В исключительно неблагоприятных условиях, при скоплении большой массы людей в тесных помещениях, имеют место тяжелые заболевания и даже случаи смерти. Примеры такого рода дает история всех времен: стоит лишь напомнить о заключении в тесные тюремные казематы, о бесчеловечной эвакуации пленных. В этих исключительных случаях один лишь недостаток кислорода уже может вызвать угрожающие жизни последствия. Сюда следует добавить скопление углекислоты и действие высокой температуры и влажности воздуха. Такие случаи бывали часто в прежнее время и с переселенцами на океанских кораблях при скоплении их в кубрике в бурную погоду. См. разделы «Углекислота» и «Расстройства, вызываемые дыханием в воздухе с измененным и ненормальным составом его».

Порче воздуха в помещениях, где могут находиться люди, способствуют также животные, при отсутствии надлежащего ухода. В конюшнях имеется обыкновенно большое содержание влаги в воздухе; характерный запах в них возникает преимущественно благодаря продуктам разложения выделений, аммиаку, фенолам, крезолом и т. п. Нельзя однако утверждать, что пребывание в этих помещениях вызывает заметное расстройство здоровья. Было время, когда воздух конюшен даже рекомендовался как целебное средство против болезней, особенно легочного туберкулеза.

Испорченный воздух однако ни в коем случае не наблюдается только в закрытых, плохо проветриваемых помещениях. Вопрос о порче воздуха в больших городах приобретает с каждым днем все большее значение. Кроме нормальных составных частей в воздухе больших городов почти регулярно обнаруживали меняющиеся количества окиси углерода и углеводородов из дыма труб жилых помещений, фабрик, вокзалов, отработанных газов автомобилей и прочих средств передвижения (от горючих веществ и смазочных масел), сернистый ангидрид, серную кислоту из серосодержащих углей, соляную кислоту, азотную и азотистую кислоты, благодаря электрическим разрядам, процессам горения, газовому освещению, сероводород и другие сернистые соединения, аммиак, жирные кислоты из очагов гниения, особенно отхожих мест, навозных куч, прачечных, меркаптаны из кухонных испарений, альдегиды (акролеин) из разложившихся масел, жиров, смазочных средств и т. д. Сюда еще присоединяются пахучие вещества транспортируемых продуктов питания — сыра, мяса, рыбы, — квартирных, производственных и складских отходов. Вопрос о газах, выделяемых фабриками, и о пыли изложен особо в другой части книги.

Дурно пахнущие газы на химических и прочих предприятиях

Мы не будем пытаться перечислять встречающиеся в химической промышленности дурные запахи в более узком смысле. Однако и здесь преобладают известные категории их, например ряд соединений серы, начиная с сероводорода и сернистого газа до

мало известных высших органических сернистых производных. Дурно пахнущие меркаптаны представляют исходный материал для химических препаратов, а также медикаментов. Сюда принадлежат также галоидные производные серы, как например хлористая сера, применяемая в резиновой промышленности в производстве суррогатов каучука и т. д. Сероводород и сероуглерод очень вредно влияют на фабриках искусственного шелка; в производстве квасцов и ультрамарина получают газы, содержащие серу. На металлургических заводах и при обработке руды и металлов наблюдаются всякого рода запахи, частью от угля и других горючих веществ, частью от руд. И здесь первое место занимают соединения серы, затем содержащие мышьяк газы, соединения селена и теллура («висмутовая вонь»).

Соединения серы являются также характерными факторами при возникновении разнообразных пахучих веществ, образующихся при переработке угля. Здесь следует принять во внимание, кроме газовых заводов и коксовых печей, заводы по переработке (перегонке) бурого угля, газообразные отходы которых при определенных условиях погоды отравляют окружающую местность на большое расстояние. В последнее время такие отравления газами целых частей города имели место например в Галле. К производствам, основанным на перегонке, принадлежат также предприятия по пропитке дерева, фабрики толя и близкие к ним отрасли производства, работающие с асфальтом, дегтем и т. п. Газы, получающиеся здесь, обязаны своим запахом прежде всего серосодержащим веществам — сероводороду, сернистому ангидриду, тиофену, неизвестным еще соединениям серы, аммиаку, органическим кислотам и бесчисленным составным частям паров дегтя. На первом месте среди них стоят пахучие и раздражающие вещества и в гораздо меньшей степени яды, вызывающие острую смерть. Дым горящего бурого угля, не считая действия окиси углерода, всегда может вызвать тяжелые заболевания — воспаление легких, сильные поносы, сердечную слабость.

Дым брикет в зависимости от способа изготовления последних содержит прежде всего вещества, служащие для связывания (склеивания), отходы угля, пек, сернистые соли и особенно сернистый газ.

В нефтяной промышленности также имеют место поражения и опасности, возникающие благодаря разным газам и парам. Отравление сероводородом не редкость в нефтяных районах. Содержащие серу газы сильно способствуют отравлению воздуха в таких местностях. Особенно опасна в этом отношении мексиканская нефть.

Следует еще назвать предприятия для переработки костей, кожевенные заводы, фабрики кишечных струн, клея, салотопенные заводы, производства животных удобрений, ворвани, рыбной муки — все они часто заражают воздух на далекое расстояние. Запах рыбных базаров, боен, сыроварен в жаркое время года общеизвестен. Пребывание в таких предприятиях связано не только с неприятными ощущениями, но иногда возможны и отравления газами, на что особенно указывают несчастные случаи на кожевенных заводах. Так например в 1929 г. на кожевном заводе в Ольпе шесть рабочих были оглушены газами, образовавшимися в одном большом резервуаре, и утонули в чане, наполненном водой. В таких производствах из перерабатываемого материала могут при участии бактерий гниения и действия химикалий образоваться сероводород, мышьяковистый водород, углекислота, аммиак и даже синильная кислота. Последняя

образуется повидимому из извести газовых заводов, содержащей циан (Мац и Титов, Гиг. труда, 1928, № 10).

Переработка растительных продуктов в промышленности и сельском хозяйстве во многих случаях также вызывает неприятные обонятельные ощущения. Напомним лишь сахарные и крахмальные заводы и заводы по производству картофельной муки. При переработке азотсодержащих отходов и остатков образуются дурные запахи, например при производстве цианистых препаратов, цианистого калия и натрия.

При мочке льна последний кладется в воду или же просто подвергается действию влаги на воздухе, затем подвергается гниению с целью растворения белковых соединений, пока луб не отделится от древесины. При этом процессе образуются очень неприятные испарения, сильно заражающие местность. Едва ли однако получается серьезный вред от этих газов. Однако в таких ямах для мочки льна и сообщающихся с ними водах рыба погибает.

Устранение дурных запахов

Устранение дурных запахов представляет практически весьма важную, но часто трудную или почти неразрешимую задачу. По объекту воздействия эта задача делится на две: действие на источник дурного запаха, представляющий обычно жидкие и твердые вещества, и затем действие на образующиеся из них газообразные продукты.

В последнее время Гендерсон и Хаггард* указали, что при заражении больших пространств газами мы имеем часто дело лишь с совершенно незначительными количествами газов, граммами или килограммами, относимыми ветром на далекие расстояния. Эти количества представляют резкий контраст с громадными, выражающимися часто в тоннах, массами материалов, образующих дурно пахнущие газы, как то: отходы, нечистоты, удобрения, трупы животных, рыбные остатки и т. п.

Упомянутые авторы на основании теоретических соображений рекомендуют уничтожение таких газообразных отходов химическим путем посредством газообразных веществ, в первую очередь хлора. Реакция протекает благоприятнее в газообразной или парообразной фазе, чем при применении жидких или твердых абсорбирующих средств. Присутствие паров воды благоприятствует разрушению. Химические методы, аналогично предложенному Гендерсоном и Хаггардом применению газообразного хлора, как правило, основаны на процессах окисления. Хлор оказывает быстрое действие на аммиак и на непредельные соединения, почти всегда имеющиеся в дурно пахнущих веществах, например непредельные жирные кислоты и органические соединения, а также на альдегиды и на сероводород. Газообразные отходы приходят в соприкосновение с хлором в особо устроенных камерах, ходах или других отводящих установках. Так же как хлор, может быть применен бром. Бром с давних пор применялся для дезодорации комнаты больного, особенно при раке, гангрене легких, ранах со зловонными отделениями.

Для устранения запахов рекомендуется также озон. Он применяется в тех случаях, где не может быть речи о хлоре, например для очистки воздуха в жилых помещениях. Против озона часто возра-

* Henderson and Haggard, The Elimination of Industrial Organic Odors. Ind. Eng. Chem. 14, 548 (1922).

жают, указывая, что он очищает воздух лишь при благоприятных условиях и при правильном методе применения. При неправильной технике пахучие вещества лишь более или менее маскируются и достигается лишь некоторое улучшение запаха (Флюгге, Конрих). Будучи сильным окислителем, озон разрушает также органическую пыль. Озонирующие аппараты дают в воздухе электрические разряды, при этом образуется озон, обладающий запахом, напоминающим хлор. Озонизация не может заменить вентиляции комнаты больного и вызывает некоторые сомнения ввиду сильного раздражающего действия озона на слизистые оболочки (см. раздел «Озон»). Гигиеническое значение богатого озоном воздуха как особенно здоровой и целебной атмосферы подвергается резкой критике.

В качестве безвредного дезодорирующего вещества имеет еще значение перекись водорода.

Для очистки воздуха в комнатах, содержащих большое количество табачного дыма, применяются «уничтожающие дым средства», действие которых основано большей частью на образовании формальдегида благодаря сжиганию метилового алкоголя. Формальдегид связывает аммиак и летучие основания.

Из химических методов уничтожения запахов следует упомянуть еще средства, препятствующие гниению, т. е. многочисленные антисептические и антибактериальные химикалии. Они препятствуют образованию газов частью химически — соединением с сероводородом и аммиаком, частью косвенно — убивая возбудителей разложения. Сюда относятся негашеная известь, хлорная известь, железный купорос, хлористый марганец, перекись марганца, фенолы, формальдегид, кислоты, сернистый ангидрид и тому подобные вещества. Следует указать, что при этих химических методах в некоторых случаях может появиться новая, часто гораздо большая опасность от газов и паров.

Физические методы основаны в первую очередь на свойстве многих пахучих веществ адсорбироваться в сильной степени поверхностью твердых тел — тонко измельченными порошками или пористыми материалами. Смотря по намеченной цели, может применяться сухая земля, зола, торф и торфяная пыль, уголь. Особенно, с каждым днем все возрастающее значение в деле улучшения испорченного воздуха в театрах, кино, туннелях, подземных железных дорогах приобретает «активированный уголь», обладающий исключительно сильным действием. Новейшие методы основаны на применении электричества. Так, воздух может быть лишен запаха благодаря тихим разрядам (действие озона), благодаря накалившимся с помощью электричества металлическим сеткам и проводам и т. п.

Для дезодорации могут быть применены и ультрафиолетовые лучи. В подходящих случаях запахи могут быть устранены также с помощью высушивания, выпаривания; сжигания соответствующего материала.

В значительной части случаев действие дезодорирующих средств ограничивается лишь более или менее сильным изменением или маскировкой запаха, при этом могут происходить и химические реакции. Это имеет место например при окуривании (действие формальдегида дыма?) или при пульверизации уксуса (соединение с аммиаком и основаниями). Для «дезодорации» отхожих мест применяются фенолы и родственные им продукты дегтя, масла хвойных и терпены, в частности также цитронелловое масло.

Висящие в таких местах «очистители воздуха», состоящие из медленно испаряющихся веществ, дают большей частью сомнительный

эффект, так же как распыление ароматических эссенций в кино и т. п. Смоченные скипидаром платки с давних пор развешивают в комнате у больных. (Здесь вероятно играют роль факторы, аналогичные озонированию.) Свечи и порошки для окуривания действуют главным образом путем маскировки дурного запаха. Практическое значение имеет то обстоятельство, что запах опасных для жизни газов может покрываться сильно пахнущими веществами, например запах светильного газа — запахами кухни, вроде запаха поджаренного лука и т. п.

Механическое выключение запахов путем покрытия или поливки стен минеральными маслами, дегтем представляют иногда вспомогательное средство в выгребных ямах, писсуарах и т. д. Весьма действительным средством может оказаться простая засыпка абсорбирующими веществами, особенно торфяной пылью, землей, кирпичной мукой. Из остальных механических средств может еще иметь значение смена воздуха. Однако большей частью метод вентиляции оказывается бессильным ввиду сильной адсорбции многих запахов (К и с к а л ь т).

Медицинская оценка дурных запахов

Заключение о вредном действии дурных запахов может натолкнуться на большие трудности не только по причинам, общим для всех отравлений. Объективные основания для заключения в данном случае, как правило, еще более шатки. При этом вопросы, которые ставятся перед экспертом, часто выходят за пределы токсикологической экспертизы, являясь нередко психологическими или экономическими вопросами. С одной стороны, приходится бороться с глубоко укоренившимися взглядами на возникновение болезней вследствие порчи воздуха, с другой стороны, необходимо распознать и правильно взвесить фактически существующие опасности и вредности.

Между неприятным ощущением и расстройством здоровья провести резкую границу невозможно. Всякий человек в известной мере страдает от дурного запаха, так же как и от шума и пыли, не только в городе, но и в деревне, как дома, так и на открытом воздухе. Страдания этого рода у людей с повышенной чувствительностью, у нервных и больных лиц оказывают более сильное действие, чем у нормальных. У первых запахи действительно вызывают заболевания и даже ухудшение их болезни. Достаточно лишь напомнить о появлении астматических приступов благодаря аллергенам, альдегидам и т. д. Беременные работницы страдают больше других от действия жары, паров и запахов. Дурные испарения некоторых больших предприятий распространяются часто далеко по окружающей местности, подобно газовым атакам на войне, ощущавшимся иногда на расстоянии 30 км за линией фронта. От этих испарений иногда страдают целые города или городские районы. В случаях, когда ветер и воздушные течения тонят газы в дома, всякого рода расстройства общего состояния появляются не только на открытом воздухе, но и в квартирах. В известных случаях даже необходимость держать более продолжительное время окна и двери закрытыми можно уже рассматривать как причинение вреда здоровью, хотя вредные газы в действительности и не проникали внутрь зданий. Это часто приходится делать вблизи химических фабрик, сахарных, металлургических заводов, дымящихся отвалов заводских шлаков.

Порча пищевых и вкусовых средств, в первую очередь молока, какао, шоколада, табака и т. п., запахом дурно пахнущих веществ, например дегтя, асфальта, керосина, имеет преимущественно хозяй-

ственное значение. Более подробно об этом см. «Влияние газов на средства питания».

Другой комплекс проблем связан с вопросом о вреде для здоровья «дурного» или «испорченного» воздуха в жилых и рабочих помещениях, а также в местах отдыха и развлечения. Этот вопрос является важным разделом практической гигиены. Многочисленные исследования показали, что в расстройстве здоровья гораздо более повинны температура, влажность и прочие факторы, чем неприятные запахи. Влияние накопления углекислоты на здоровье в прежнее время переоценивалось. Совершенно необосновано также убеждение в существовании таинственных неизвестных летучих веществ, оказывающих вредное влияние на организм.

Однако при медицинской оценке дурных запахов следует придерживаться правила, что различные степени нарушения общего самочувствия, как чувство подавленности, тошнота, позыв на рвоту, отсутствие аппетита, головные боли и т. д., уже представляют расстройство здоровья. Вдыхание отвратительных запахов, так же как и пыли, вызывает изменение нормального дыхания и расстройство других функций организма. Однако обычно все эти расстройства незначительны и носят временный характер; лишь в исключительных случаях они носят более серьезный и длительный характер. Редко удается установить несомненные объективные симптомы, разве лишь когда налицо имеется токсическое действие. В таких случаях перед экспертом стоит задача проверить все прочие возможности, в особенности предшествующие события. Кроме легко распознаваемых пахучих веществ в отравлении могут иногда участвовать газы и пары, не обладающие запахом, в первую очередь окись углерода, но возможно участие ядовитых веществ другого рода и происхождения и, не в последнюю очередь, вредных пищевых и вкусовых веществ. В отдельных случаях для диагностики необходимо произвести расследование, особенно относительно состояния здоровья до происшествия и вообще всего прошлого. Следует всегда учитывать самые разнообразные факторы, предвзятые заключения, преувеличения, ложные мнения, массовое внушение, обобщение единичных случаев, а также и обратные явления — отрицание и незнание опасности, привычку, индифферентность и равнодушие. Лишь при учете всех сопутствующих обстоятельств и после исключения всевозможнейших субъективных моментов может быть установлена истинная картина.

Сопоставим еще некоторые данные об интенсивности различных запахов.

Порог восприятия некоторых газов и паров (по Tabulae biologicae Оппенгеймера)

Название	Миллионные части грамма (γ) в л (мг/м³)	Название	Миллионные части грамма (γ) в л (мг/м³)
Фосфористый водород	200	Эфир	1
Нитробензол	40	Ацетальдегид	0,7
Бром	33,40	Пиридин	0,04
Сероводород	8	Меркаптан	0,000044
Фенол	4		

Гендерсон и Хаггард нашли, что минимальная воспринимаемая обонянием концентрация сероводорода равна 0,001 мг/л, или 1 мг/м³ воздуха.

Минимальные концентрации некоторых пахучих веществ, воспринимаемых еще обонянием (по Карреру)

Название	Число молекул в 1 см ³	Название	Число молекул в 1 см ³
Ионон	16 · 10 ⁵	Пиридин	31 · 10 ⁸
Скатол	16 · 10 ⁶	Метилацетат	16 · 10 ⁹
Ванилин	20 · 10 ⁶	Триметиламин	22 · 10 ¹⁰
Толуольный мускус	21 · 10 ⁶	Фенол	26 · 10 ¹⁰
Масляная кислота	69 · 10 ⁹	Ментол	26 · 10 ¹⁰
Нитробензол	32 · 10 ⁷	Этиловый спирт	24 · 10 ¹²

Литература

- Flügge C., Grundriss der Hygiene, 9 Aufl. Berlin, 1921.
 Lehmann K. B., Methoden der praktischen Hygiene. 1901 (рус. пер., 1903).
 Konrich, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 72 (Ozon).
 Hiller A., Die Lehre von der Fäulnis. Berlin 1879. (Старые литературные источники.)
 Henderson u. Haggard, Ind. and Engin. Chem, 14, 548 (1922).
 Karrer, Lehrbuch der organischen Chemie. Leipzig 1928 (рус. пер., М. 1938).
 Oppenheimer, Tabulae biologicae, Berlin 1926.

Дополнительная литература

- Игнатов, Практическое руководство по методике санитарно-гигиенических исследований, 4 изд., Биомедгиз, 1935.
 Хлопин, Основы гигиены, тт. I—II, 1921—1923.

д) Технически важные газы

Уже первобытный человек пользовался в самых разнообразных случаях техническими газами в виде пламени и огня; но о газовой промышленности можно говорить лишь начиная с последнего столетия. В настоящее время технические газы представляют одну из важнейших основ нашей экономики, глубоко укоренившуюся в домашнем хозяйстве, кустарной и крупной промышленности. К техническим газам можно причислить и воздух, если учесть применение его для получения кислорода, азота, использование его в холодильной промышленности, в производстве взрывчатых веществ и для научных целей. Центральное место однако среди технических газов занимают горючие газы. Современная отопительная техника, силовое, тепловое и осветительное хозяйство без них едва ли мыслимы. Они стали также незаменимыми в добычании и обработке металлов. Во все больших размерах развиваются новые методы в крупной синтетической промышленности, получение карбидов и т. п., использование азота воздуха, синтезы метилового и этилового спирта, уксусной кислоты, технических растворителей, галоидозамещенных углеводородов. Открылись совершенно новые пути в области использования угля, благодаря которым добывание бензина, минеральных и смазочных масел претерпело глубочайшие изменения. Благодаря коксованию, превращению горючих веществ при низких температурах в газы, а также превращению угля в жидкие вещества, мы получили ряд необходимых продуктов.

Однако гигантским успехам в этой области сопутствует также постоянное увеличение опасностей от газов при добычании, очистке, распределении и применении этих продуктов, светильного газа, коксовых газов, генераторного и водяного газа, доменных газов, нефтяных газов, ацетилен. Центральное место занимает окись углерода. Наряду с ней имеют еще важное токсикологическое значение сероводород, аммиак, цианистый водород; из углеводородов первое место занимает бензол.

Количество получаемых ежегодно в Германии горючих газов оценивается по Мулерту и Дреусу (1928)* следующим образом:

Светильный газ	3 200 млн. м ³
Газ коксовых печей	9 500 "
Доменные газы	45 000 "
Генераторный газ	50 000 "

Одни лишь заводы «Лейна» вырабатывают в год приблизительно 2 млрд. м³ газа.

Какой-либо надежной статистики количества действительно происходящих промышленных отравлений газами пока не имеется.

1) Горючие газы

Главными продуктами всякого процесса горения являются углекислота, окись углерода и вода. При неполном сгорании кроме того образуются еще многочисленные другие продукты. Важнейшие технические горючие газы содержат в качестве ценных составных частей прежде всего водород, окись углерода, метан и его гомологи, ацетилен; кроме того в зависимости от исходных материалов еще и другие более или менее бесполезные продукты. Из твердых горючих веществ имеют главным образом значение дрова, торф, бурый и каменный уголь; кроме того еще разного рода отходы, особенно барда, штыб, выжимки и жмыхи с маслوبيльных и винокурных заводов, из жидких горючих веществ — кипящие при высокой температуре составные части нефти, каменноугольный деготь из бурого угля и дегтярное масло из каменного угля.

В газовой технике называют нагревание этих горючих веществ без доступа воздуха «сухой перегонкой» (Entgasung), а под «газофикацией» (Vergasung) подразумевают нагревание их в присутствии воздуха или водяного пара.

В терминологии технических горючих газов имеется большая путаница. Ввиду этого «Комитет норм германской промышленности» предложил следующую терминологию:

Газы из твердого топлива

- а) Полученные посредством сухой перегонки
 1. Дистилляционные газы: коксовый, газ из каменного угля, газ из бурого угля, торфа и древесины.
 2. Шпельгазы из каменного угля, бурого угля, торфа и дерева.
- б) Полученные посредством газификации
 1. Бедные газы: колошниковый газ, генераторный газ, газ Монда.
 2. Водяные газы: водяной и двойной водяной (каменноугольный) газ.

* Muhlert u. Drews, Technische Gase, Leipzig 1928.

Газы из жидкого топлива

а) Полученные посредством испарения
Холодные (воздушные) газы: бензиновый и бензольный воздушные газы.

б) Полученные разложением при высокой температуре

Крекинг-газы: масляный газ, жирный газ, блаугаз.

Природные газы

Метансодержащие газы: природный газ, болотный газ, рудничный газ.

Газы, полученные не из топлива

Ацетилен и водород.

Особо различают еще следующие горючие газы.

Сырой газ (Produktionsgas) представляет собой неочищенный светильный газ, служащий для обеспечения городов освещением; очищенный или холодный газ представляет собой газ, освобожденный охлаждением от побочных продуктов.

Сжатый газ (Pressgas) представляет собой светильный газ, находящийся под давлением и сильнее присасывающий воздух. Побочные газы (Beigase) представляют собой пахучие примеси к отопительным и горючим газам.

Полугаз представляет собой генераторный газ, полученный из торфа, сырого дерева и иных видов трудно разжигаемого топлива.

Раньше генераторный газ (полугаз) имел различные названия: воздушный газ, газ Сименса, смешанный газ, газ Даусона, полуводяной газ.

Газ Монда образуется при обильном притоке перегретого водяного пара. Водяной газ из кокса называют также синим водяным газом. Двойной водяной газ представляет собой газ из каменного угля.

Омгаз и тригаз являются также водяными газами, полученными из битуминозных углей.

Холодные воздушные газы заменяют светильный газ в изолированно расположенных домах. К холодным воздушным газам относятся полученные из бензина и воздуха смеси, содержащие пентан и гексан, а также азотенный и другие газы. К крекинг-газам, образующимся перегревом нефтяных (масляных) паров без доступа воздуха, причисляют газ Пинча и блаугаз*.

Токсичность горючих газов определяется в первую очередь содержанием окиси углерода. Из углеводородов горючих газов бензой является самым токсичным.

Ср. нижеприведенные данные о составе некоторых горючих газов.

Состав некоторых горючих газов

Светильный газ

до 4,5% углекислоты	46—52% водорода
3—6% тяжелых углеводородов	пары: бензол
4—11% окиси углерода	2,5—3,5% азота
31—46% метана и его гомологов	

Газ из торфа (очищенный, без углекислоты)

9,5% углеводородов	20% окиси углерода
42,6% легких углеводородов	26% водорода

* Muhlert u. Drews, Technische Gase, S. 90, Leipzig. 1928.

Газ из древесины

25% углекислоты	28% окиси углерода
8% тяжелых углеводородов	13,5% водорода
25% легких углеводородов	

(Углекислоту перед употреблением удаляют).

Силовой газ (колошниковый газ доменных печей)

содержит до 30% окиси углерода, кроме того углекислоту, азот, водород.

Генераторный газ из антрацита или кокса содержит приблизительно:

27% окиси углерода	47% азота
7% углекислоты	0,4% метана
18% водорода	

Водяной газ

40% окиси углерода	3—6% азота
3—8% углекислоты	50% водорода

Масляный газ

Из парафина:	Из керосина:
29%	31,6% тяжелых углеводородов
55%	46,0% легких углеводородов
9%	— окиси углерода
5,6%	33,0% водорода
0,8%	— углекислоты

Относительно устройства и работы газовых предприятий имеются подробные официальные инструкции. В них указаны в первую очередь мероприятия по охране от отравлений, взрывов и пожаров.

Ниже приведены выдержки из «Обязательного постановления о порядке устройства и содержания газовых заводов» (Утв. НКТ СССР 4/1 1925, № 3/300; Изв. НКТ, 1925 г. № 1).

Настоящее обязательное постановление издается в развитие и дополнение «Общих обязательных постановлений об устройстве и содержании промышленных заведений», утвержденных НКТ 23/II 1920 г.* и распространяется на все предприятия, где производится добывание светильного газа, за исключением тех, которые являются вспомогательными при предприятии.

9. Во всех отделениях и мастерских должна быть устроена общая искусственная вентиляция, обеспечивающая чистоту воздуха, требуемую гигиеническими нормами.

10. Все машины, аппараты и приборы, в которых вырабатывается, циркулирует и хранится газ, а также газопроводы должны быть герметичны.

11. Во всех мастерских и отделениях, где по самому производственному процессу происходит выделение копоти, каменноугольной пыли и газов, должна быть устроена местная вентиляция для удаления копоти, пыли и газов в местах их возникновения.

12. При нагрузке и разгрузке от угля реторт в ретортном отделении, при нагрузке и разгрузке чугунных ящиков в очистном отделении от железной болотной руды, при всевозможных пробах светильного газа в очистительных аппаратах, при очистке известкового и содового барабана в аммиачном отделении, при сливке конденсационных отбросов и в других случаях, когда газ может попасть в рабочее помещение, должны быть поставлены специальные приспособления для полного улавливания и поглощения газа у места поступления его в воздух мастерской. В случае невозможности по техническим условиям выполнить это должны быть приняты все меры к тому, чтобы поступление газа в воздух рабочего помещения было минимально.

13. Спайка и распайка газомерителей должна производиться таким образом, чтобы поступающие в воздух газы удалялись при помощи местной искусственной вентиляции.

17. В ретортном отделении и в отделении для выработки водяного газа должно быть устроено особое помещение для приема пищи и отдыха; для других же отделений и мастерских согласно § 79 общих обязательных постановлений по устройству и содержанию промышленных заведений должны быть общие помещения для отдыха и принятия пищи.

* Заменены пост. НКТ СССР № 21/309 от 29/I 1926 г. с изменениями и дополнениями, внесенными пост. НКТ СССР № 346 от 30/X 1929 г.

Помещения эти должны быть изолированы от доступа в них газов, пыли и копоти.

21. Подростки на работы газового завода не допускаются; женщины же допускаются только на работы по двору и на вспомогательные производственные работы.

22. При газовом заводе должен быть приемный покой с непрерывным дежурством фельдшера и с необходимыми медикаментами и приборами для оказания скорой помощи при острых отравлениях светильным газом и ожогах и других несчастных случаях.

23. Все побочные продукты производства (аммиачная вода, смола, отработавшая известь и др.), распространяющие вредные газы и пары, должны храниться для переработки или удаления в герметически закрытых приемниках или в специально изолированных помещениях в условиях, препятствующих распространению газов и паров.

26. При эксгаусторе должен быть установлен предохранительный аппарат, препятствующий повышению давления газа свыше допустимого максимального.

34. Никакое искусственное освещение в здании газгольдера не допускается.

36. В аппаратном здании допускается устройство электрического освещения со включением извне.

38. Запрещается устанавливать электромоторы, распределительные доски и предохранители в аппаратном и очистном зданиях.

39. Вход в очистное здание и в здание газгольдера со светом разрешается только с безопасными предохранительными лампами, которые должны находиться в полной исправности.

43. В местах хранения и пользования летучими и легковоспламеняющимися жидкостями необходимо иметь запас сухого песка для улавливания могущих протечь жидкостей. Пропитанный последними песок должен быть немедленно удален в безопасное место.

(Якимчик, 1930 г., стр. 372—374; Марфетин и др., 1935 г., стр. 502—505).

В инструкциях и постановлениях по вопросам охраны труда в различных отраслях промышленности имеются также разделы, относящиеся к горючим газам. Так например в «Правилах устройства и содержания производственных предприятий по отбелке, окраске, набивке, печатанию и отделке тканей» (Обязат. пост. НКТ СССР 2/ХП 1929 г. № 370) в разделе, посвященном обработке хлопчатобумажных тканей, указывается:

...47. При пользовании газом для опальных машин должны быть приняты надлежащие меры для предупреждения утечек газа из газопроводов и горелок. Вся внутренняя газовая сеть должна еженедельно тщательно осматриваться и проверяться на утечку газа газометром. О времени произведенной проверки сети, обнаруженных недочетах и произведенном ремонте делаются отметки в особом журнале, хранящемся у заведующего опальной или у механика.

(Якимчик, 1930 г., стр. 274).

См. также приводимые ниже выдержки из «Обязательного постановления о мерах безопасности работ в металлургических производствах», утвержденного НКТ СССР 29/IX 1924 г.

Газопроводы

...32. При вновь возводимых доменных печах или капитальной переделке старых устройство подземных газопроводов не разрешается. Надземные (трубчатые) газопроводы должны допускать механическую очистку, т. е. без залезания рабочих в газопровод...

39. Всякие работы в газопроводах и очистителях, как то: переустройство их, ремонт и чистка, могут производиться не иначе, как в присутствии и под руководством ответственного по производству лица и сверх того лица, знающего с делом подачи первой помощи и имеющего на это особое удостоверение от врача, оказывающего медицинскую помощь работникам данного предприятия. Указанные работы допускаются только после полного прекращения доступа газов в газопроводы, открытия всех лазов, предохранительных клапанов и гидравлических затворов.

Перед началом работ ответственное лицо обязано убедиться в том, что газопроводы охлаждены и провентилированы. Должны быть приняты меры к тому, чтобы непричастные к указанным работам лица не имели доступа к месту работы.

40. Рабочие должны быть сменяемы как можно чаще. Для наблюдения за безопасностью работающих в газопроводах и очистителях, для смены и оказания помощи пострадавшим должны назначаться запасные рабочие.

41. Должны быть приняты меры к тому, чтобы рабочие, почувствовавшие себя дурно при исполнении указанных в ст. 39 и 40 работ, могли подать предупредительный сигнал или знак лицам, наблюдающим за их работой. Рабочий, находящийся в газопроводе, должен быть обязан веревкой, конец которой должен находиться в руках наблюдающего за безопасностью работ. Время от времени наблюдающий за работой должен дергать за веревку и при неполучении от рабочего ответного сигнала должен немедленно извлечь его из газопровода.

43. Все водяные затворы газопроводов предварительной и полной очистки газов для двигателей внутреннего сгорания или иных целей, в случае, если эти затворы расположены в зданиях, должны быть соединены с водопроводом для пополнения их, причем вентиль водопровода должен быть вне здания, чтобы в случае выброса воды из затвора можно было пустить в затвор воду, не входя в здание.

На случай несчастия при предприятии должны обязательно иметься спасательные аппараты, предпочтительно шлангового типа, и люди, обученные обращению с ними.

44. Все газоочистители, сухие и мокрые, а также вентиляторы и аппараты Тейсена в случае выключения их из работы должны быть тотчас же провентилированы, и все отверстия, соединяющие их с атмосферой, должны оставаться открытыми на все время остановки аппаратов, причем заведующий цехом обязан убедиться в том, что отделяющий шибер закрыт плотно и просачивания газа не происходит.

46. При ремонте или осмотре всех металлургических печей, работающих на доменном, коксовом или генераторном газе, в случае если газопровод спускается в канал или в какое-либо плохо вентилируемое помещение, должны быть соблюдены правила, указанные в ст. 40 и 41 настоящего постановления, причем перед приступом к работе специальное лицо по назначению заведующего цехом должно убедиться в том, что работа в помещении не представляет опасности в смысле отравления газом.

Регенеративные воздухонагревательные приборы (каушеры)

59. Должны быть приняты меры к тому, чтобы лица, не причастные к работе, не имели доступа к воздухонагревателю. Доступ каменщиков в воздухонагреватель для его очистки или ремонта разрешается лишь после полного его остывания и достаточного проветривания. До входа каменщиков в оставленный воздухонагреватель ответственное по производству лицо обязано убедиться, что клапаны газа, дыма и горячего дутья плотно закрыты на замок и не дают просачивания или что они совершенно разобщены от воздухонагревателя.

Коксовые печи и промывные устройства

...60. Все правила относительно устройства газопроводов доменных печей и ухода за ними относятся всецело также и к газопроводам коксовых печей и промывки газов.

Генераторы (газовики)

...67. В случае горения газа хлопками, об этом немедленно должно быть сообщено ответственному по производству лицу для обнаружения причины указанного явления и устранения опасности.

68. вновь строящиеся генераторы должны иметь надземный газопровод. (Якимчик, 1930 г., стр. 230—235).

2) Силовые газы

Мы рассмотрим лишь газы двигателей (моторов), в которых технически используется вспышка газовой смеси. К таким моторам принадлежат газовые, бензиновые и бензоловые двигатели, двигатели на тяжелом топливе (дизельмоторы). Особо важное токсикологическое значение имеют выхлопные газы двигателей.

Состав этих газов зависит в меньшей степени от горючего и устройства двигателя, преимущественно же от условий работы, нагрузки и внешних влияний, а также температуры и влажности. По-

Состав выхлопных газов автомобильных двигателей
(по Кеесеру с сотрудниками)

		CO ₂ %	CO %	O ₂ %	H ₂ %	CH ₄ %
Без нагрузки, 1000 оборотов	A	7,7	5,2	1,6	—	—
	B	8,5	8,5	1,1	3,7	1,0
	C	9,2	6,3	1,0	3,4	0,1
Полная нагрузка, 1500 оборотов	A	13,2	0,2	1,4	—	—
	B	13,3	0,2	2,3	0,1	0,1
	C	13,5	1,7	1,1	0,5	0,1

дробные исследования с обзором имеющейся литературы были в последнее время опубликованы*. Они имеют принципиальное значение для всех двигателей, хотя относятся в первую очередь к автомобильному делу, и представляют ценное дополнение к прежним немецким и американским работам.

В испытаниях на ходу моторов различных конструкций был в первую очередь проведен анализ выхлопных газов.

Фильднер, Штрауб и Джонс** показывают еще более высокие числа окиси углерода для автомобилей, находящихся в движении:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄
7—10 ⁰ / ₀	5—9 ⁰ / ₀	2—3,7 ⁰ / ₀	0,5—1,2 ⁰ / ₀

По данным Кеесера и его сотрудников у различных автомобилей сгорание протекало совершенно одинаково. Имелась лишь незначительная количественная разница. Состав выхлопных газов при пользовании различным топливом был практически одинаков при одинаковых условиях движения. При различных условиях движения состав газов значительно менялся количественно и качественно. При полной нагрузке почти всегда имелись незначительные количества, приблизительно 0,05%, окислов азота; при отсутствии нагрузки они отсутствовали. В последнем случае обнаружены фенолы и следы карбонила железа, а при полной нагрузке — кислоты. Почти в каждом опыте можно было обнаружить углеводороды с более высокой точкой кипения, альдегиды, спирты, ацетон, фенолы и кислоты; по запаху можно было определить вероятность присутствия органических соединений серы. В выхлопных газах всех исследованных горючих веществ имелись наряду с окисью углерода еще и другие ядовитые вещества, о наличии которых можно было заключить либо по слишком рано наступившему отравлению, либо по более сильным симптомам отравления. По Бернгаму*** в воздухе гаражей могут встречаться в газообразном (парообразном) виде окись углерода, бензол, бензин и акролеин, образующиеся благодаря различным независимым друг от друга процессам. Однако опыты на животных с конденсированными составными частями выхлопных газов, имеющими высокую точку кипения, показали, что они практически не имеют никакого токсического дей-

* Keeser, Froboese, Turnau, E. Gross, Ritter, Kuss u. Wilke, Toxikologie und Hygiene des Kraftfahrzeugens (Auspuffgase und Benzine), Berlin 1930.

** Fieldner, Straub, Jones, Ind. and Engin. Chem. 13, 51 (1921).

*** Burnham, Journ. ind. Hyg. 7, № 6 (1925).

ствия. Наиболее важно содержание в выхлопных газах окиси углерода; при отсутствии нагрузки заметно еще действие несгоревших углеводородов. Приведенные в литературе данные о количестве окиси углерода колеблются от 0 у нагруженного автомобиля до 10% при отсутствии нагрузки*.

По Гендерсону и Хаггарду** неподвижный автомобиль с работающей машиной выпускает выхлопные газы конусом, так что на расстоянии 1—2 м позади автомобиля вдыхаемый воздух содержит концентрацию окиси углерода от 4 до 6 частей на 10 000, или 400—600 частей на миллион, что соответствует около 0,5—0,75 мг/л. Во время езды шофер автомобиля, следующего на расстоянии 10 м, окружен воздухом с концентрацией 1—2 части окиси углерода на 10 000, т. е. 100—200 частей на миллион, или около 0,1—0,2 мг/л. Исследования воздуха в Нью-Йорке и Нью-Гавене показали, что в зависимости от погоды и движения содержание окиси углерода равно от 0,1 до 4,6 части на 10 000 или 100—460 частей на миллион, т. е. около 0,1—0,5 мг/л. Более высокое содержание определяли лишь позади омнибусов и грузовиков, а также при остановке автомобиля. В лондонском метрополитене, учитывая непродолжительность пребывания, считается допустимым содержание окиси углерода 1 часть на 10 000 (100 частей на миллион, т. е. около 0,1 мг/л); в туннелях Нью-Йорка и Нью-Джерсей — 4 : 10 000, т. е. 400 частей на миллион, или около 0,5 мг/л. Американские инструкции предполагают, что физиологическое действие равно произведению времени действия (в часах) на содержание окиси углерода (в частях на 10 000).*** Если это произведение равно 3, то заметного действия не наблюдается, при 6 оно становится заметным, при 9 уже наблюдается головная боль и отрыжка. Соответственно этому содержание окиси углерода на оживленных американских улицах достигает высших допустимых границ и временами даже превышает их. Весьма неблагоприятны условия в гаражах, в которых встречаются, особенно зимой, многочисленные смертные случаи, главным образом в частных гаражах. При закрытых дверях и работе машины на холостом ходу в течение 5 мин. в них может получиться концентрация окиси углерода, равная 25 : 10 000 (2 500 частей на миллион, или 3 мг/л), а при 10-минутной работе мотора могут накопиться смертельные концентрации. Вызванное окисью углерода легкое состояние оглушения может быть причиной несчастных случаев. Ввиду этого для устранения всякого рода вредностей Гендерсон и Хаггард предлагают проводить трубки, отводящие выхлопные газы, вертикально до крыши автомобиля (ср. рис. 44).

Действию вредностей подвергаются особенно лица, регулирующие движение, и прочие лица, вынужденные по роду работы длительно находиться в центрах движения.

Проведенные в Берлине и Гамбурге новейшие исследования распределения выхлопных газов позади автомобилей показали, что разведение их наступает очень быстро. На расстоянии 1 м позади автомобиля нельзя было уже обнаружить содержания окиси углерода свыше 0,1% (или 1,1 мг/л). На платформе сильно затормозившего

* Matje, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 4, 275 (1927).

** Henderson a. Haggard, Болезненные расстройства от действия выхлопных газов автомобилей на улице, в гаражах и ремонтных мастерских. Вертикальный выпуск газов как практическое средство улучшения. Journ. Amer. med. Assoc. 81, 385 (1923).

*** См. примечание ред. на стр. 127.

автобуса было обнаружено лишь 0,004% окиси углерода (или около 0,05 мг/л). Часто даже при сильном автомобильном движении на берлинских улицах не находили вообще никакой окиси углерода, в других случаях рядом с автомобилем на высоте головы находили 0,002—0,006% (или около 0,025—0,075 мг/л), в трех пробах — до 0,02% (около 0,25 мг/л). Наибольшая концентрация составляла 0,027% (что соответствует приблизительно 0,3 мг/л). В гамбургском туннеле под Эльбой* содержание окиси углерода оказалось выше, чем на берлинских улицах с оживленным движением, например в туннеле у остановившегося автомобиля с работающим мотором обнаружено 0,02% и никогда не ниже 0,005% (около 0,06 мг/л). Это подтверждают полностью американские исследования. В крупном берлинском гараже для автобусов были найдены концентрации окиси углерода от 0,002 до 0,009% (или 0,025—0,1 мг/л); самая высокая концентрация, определенная в непосредственной близости от глушителя движущейся машины, равнялась 0,017% (или около 0,2 мг/л). Цифры выше 0,01% следует по всем данным анализов рассматривать как случайные; более

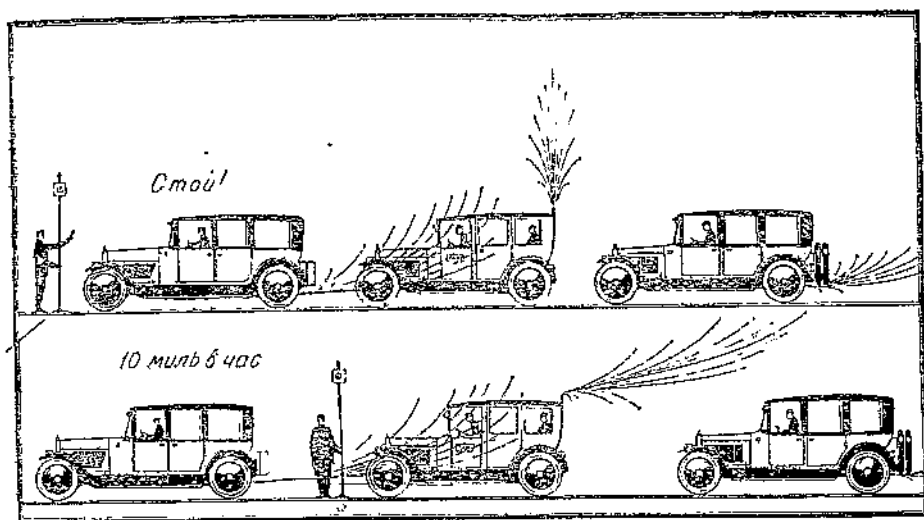


Рис. 44. Верхний рисунок: распределение выхлопных газов у стоящего автомобиля с работающим мотором. У первого и третьего автомобиля выхлопные газы выходят в горизонтальном направлении, у второго — в вертикальном. Нижний рисунок: распределение выхлопных газов при скорости 10 миль в час (по Гендерсону и Хаггарду).

низкие концентрации получаются вероятно из больших, почти равномерно размешанных масс воздуха. Кеезер и его сотрудники полагают, что даже при увеличении движения можно рассчитывать, что концентрации будут немногим больше, чем найденные до сих пор. Бояться острых отравлений на улицах больших городов не приходится. Наоборот, гаражи, ремонтные мастерские, туннели требуют особого внимания в этом отношении.

Вопрос о том, могут ли благодаря выхлопным газам иметь место хронические поражения, необходимо пока оставить открытым. Во всяком случае известная опасность имеется. Не в последнюю очередь следовало бы исследовать в токсикологическом отношении

* Туннель предназначен главным образом для автотранспорта. Ред.

продукты неполного сгорания смазочных масел. Среди них могут находиться ядовитые продукты (Корф-Петерсен *).

В опытах на животных при воздействии конденсированных выхлопных газов наблюдаются острые поражения легких, но лишь при действии количеств, столь значительных, что на практике о них не может быть и речи. В действительности в воздухе может наблюдаться одна миллионная часть этих количеств. Единственной остро действующей составной частью выхлопных газов является несомненно окись углерода **. Гораздо меньше следует опасаться непосредственных поражений от горючих веществ и паров масел. Относительно современных антидетонаторов (органических соединений свинца и железа) см. «Тетраэтилсвинец» и «Карбонил железа». О диагностических и судебно-медицинских проблемах при несчастных случаях в автогаражах изложено у Цангера ***.

Ниже приводим извлечение из «Правил устройства и содержания гаражных помещений, вновь устраиваемых или капитально переоборудуемых» (Обязат. пост. НКТ СССР 11/IV 1930 г., № 153; Изв. НКТ 1930 г., № 13).

...34. Все гаражные помещения должны быть снабжены вентиляционными устройствами, которые обеспечивали бы надлежащую чистоту воздуха и не допускали бы накопления в рабочей зоне вредных паров и газов (окиси углерода, бензина и т. п.) свыше норм, допускаемых правилами НКТ СССР.

36. Все вытяжные вентиляционные каналы должны быть устроены из негорючего материала...

39. В помещениях гаражей воспрещается проживание или ночлег каких-либо лиц.

(Якимчик, Законодат. по техн. безопасности и пром. санитарии, 4-е изд. стр. 376, Гострудиздат, 1930).

Более подробные выдержки из законодательных актов, касающихся содержащих СО газов, приведены у Лазарева и Астраханцева, Химически вредные вещества в промышленности, ч. II, стр. 174—178, 1935 г.

3) Газы, образующиеся при взрывах

Ядовитые смеси газов могут образоваться при взрывах собственно взрывчатых веществ, взрывчатых газовых смесей и при взрывах пыли.

Состав газов, образующихся при взрывах, зависит от разложившегося материала и условий взрыва, т. е. происходит ли полное и быстрое разложение или медленное сгорание (выкипание). Последнее явление, хотя и не представляет собой взрыва в собственном смысле слова, должно быть здесь упомянуто.

В составе газов, образующихся при взрывах, в общем можно различать три группы газов: сильно ядовитые — окись углерода, окислы азота, цианистые соединения, сероводород; менее ядовитые, как то: нитрилы, уголекислота; и, наконец, безвредные, как углеводороды, метан и т. п., азот, водород; в остающемся после взрыва дыму содержатся еще иногда неразложившиеся взрывчатые вещества. О содержании окиси углерода в различных газах, образующихся при взрыве, см. раздел «Окись углерода».

* Korff-Petersen, Gesundheitsgefährdung durch d. Auspuffgase. Zschr. f. Hyg. und Inf.-Krankh. 69, 135 (1911).

** Matje, Kohlenoxydvergiftung in Garagen. Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 4, -190 (1927).

*** Zangger, Unfälle in Autogaragen. Dtsch. med. Wchschr. 55, 21 (1929).

Дальнейшая литература: Rumpf, Kohlenoxyd-gefahr in Autogaragen. Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 5, 18 (1928).—Spitta, Auspuffgase der Kraftwagen. Med. Welt. 2, -№ 44 (1928).

Нитроглицерин образует окись углерода, угольную кислоту, окиси азота; часть его обычно остается неразложившейся.

Все виды нитроклетчатки образуют также значительные количества окиси углерода и окислов азота и кроме того цианистые соединения (пленки, целлулоид и аналогичные искусственные вещества)*. В газах, образующихся при взрывах желатиндинамита, обнаружены пропио- и капронитрилы.

Мины, наполненные пироксилином, образуют большие количества окиси углерода, приблизительно 10—30%. 1 кг пороха дает до 82,5 л окиси углерода.

Пленки загораются приблизительно при 170°. Наиболее важными продуктами горения являются окись углерода, окислы азота и соединения циана (цианистый водород). Из многочисленных известных несчастных случаев следует упомянуть о массовом отравлении в Кливленде в 1928 г. Вследствие воспламенения в подвале одной больницы рентгеновских пленок погибло громадное количество людей (свыше 300). Смерть части их несомненно вызвана комбинированным действием ядовитых газов. Газы, образовавшиеся в одном опыте при горении в условиях недостаточного доступа воздуха, содержали 35% окислов азота, 35% окиси углерода и 1% цианистого водорода**. Подробное описание аналогичной катастрофы на одной гребеночной фабрике в Швейцарии с соответствующими выводами приведено Цангером***.

При сгорании бездымного пороха наряду с небольшим количеством ацетилена и нитрилов образуются главным образом окись углерода и окислы азота. Последние и в этих случаях являются причиной отравлений; кроме того часто оказывает еще действие высокая температура горения****.

Сюда же следует отнести многие лаки и искусственные продукты, содержащие нитроцеллюлозу. В дыму, образовавшемся при горении настила пола (из триолина), было обнаружено 33% угольной кислоты, 32% окиси углерода, 26,7% окиси азота и кроме того довольно значительное количество синильной кислоты. Уже при комнатной температуре в окружающий воздух выделялись окислы азота*****.

Симптомы отравления различны в зависимости от концентрации, продолжительности действия и состава газа. Обычно преобладает определенный тип действия, например действие окиси углерода, или симптомы отравления соединениями нитрозогруппы с явлениями отека легких и образованием метгемоглобина. При незначительных концентрациях наблюдаются головные боли, тошнота, рвота, головокружение, дрожание, поты, ощущение холода; при более сильном отравлении появляются также одышка, цианоз, бессознательное состояние. Смертельные отравления кончаются либо внезапно — удушением или первичным параличом дыхания вследствие резорбции неразложившихся нитросоединений, либо в состоянии коллапса или комы. Часто бессознательное состояние и явления паралича проходят, и лишь после некоторого, продолжающегося в течение нескольких часов латентного периода, развивается приводящее к смерти расстройство

* Kaiser, Gasmasken 1, 59 (1929). — Straub, Münch. med. Wchschr. 1049, 1566 (1929).

** Po Chem. Zentralblatt 1929 II, 2509.

*** Zangger, Irrtümer in der Diagnose und Therapie der Vergiftungen, 1924.

**** Knight H. C. a. Walton, D. C. Ind. Eng. Chem. 18, 3199 (1926).

***** Wilke-Dörfert, Simon u. Gähring, Ztschr. f. angew. Chem. 39, 196 (1926).

кровообращения с отеком легких или без него. При большом содержании раздражающих газов наблюдаются также ожоги верхних дыхательных путей, гортани и голосовых связок.

Газы, образующиеся при горении черного пороха (по опыту специалистов по взрывчатым веществам), благодаря большому содержанию окиси углерода и сероводорода гораздо токсичнее, чем газы нитросоединений, пироксилина и др. Детонации черного пороха при отсутствии доступа воздуха, например в минах, взрывающих под землей, дают сравнительно большие количества сероводорода, что подтверждает мнение специалистов. Кроме того в образующихся при этом газах имеются еще окись углерода, нитрозосоединения, сернистый и серный ангидрид, перегретый водяной пар, дым и вещества типа сажи. Таким образом необходимо ожидать различных смешанных эффектов, в том числе также действия раздражающих веществ и ожогов горячими газами.

Взрывчатые вещества, содержащие бертолетовую соль, гремучая ртуть, азид свинца и прочие специальные взрывчатые вещества образуют опять-таки другие газы в зависимости от своего состава. Отравления ртутью на снарядах заводах, в стрелковых объединениях (комнатные штучера) случаются нередко.

Особое место среди взрывчатых веществ занимает гремучая ртуть. При ее производстве и переработке во взрывчатые составы, а также при стрельбе она образует различнейшие ядовитые газы и пары, в том числе уксусный эфир и уксусную кислоту, эфиры азотной кислоты, окислы азота, цианистый водород, нитрилы, циановую кислоту, ртутные пары и летучие органические ртутные соединения. На производстве действие этих разнообразных веществ вызывает раздражение слизистых оболочек и кожи, воспаление глаз, катарры дыхательных путей. Общие явления временами больше напоминают ртутные отравления (стоматит, слюнотечение, поносы, расстройство аппетита, нервные расстройства), временами действие раздражающих веществ или кислот (имеются изменения в зубах), в иных случаях — действие цианистых соединений и аналогичных органических ядов (бледность, головокружение, обмороки, чувство давления, одышка). Пылевидная гремучая ртуть сама по себе очень сильно раздражает кожу и слизистые. При просеивании взрывчатого состава отмечены значительные колебания в индивидуальной чувствительности к гремучей ртути.

При частом вдыхании газов, образующихся при взрыве, или смесей нитроглицерина и т. п. развиваются хронические поражения либо в виде заболеваний преимущественно дыхательных органов, либо в виде явлений резорбтивного действия — заболеваний нервной системы (дрожание, невралгии), расстройства пищеварения, изменений со стороны крови и кровообращения.

При больших взрывах опасность редко ограничивается первичным несчастным случаем. Здесь нельзя подробно рассмотреть все бесчисленные возможности. Следует лишь напомнить о последующих пожарах, часто сопряженных с опасностью новых взрывов, о разрушении газопроводов и двигателей, о складах взрывчатых и огнеопасных веществ. Трудно предвидеть все возможные комбинации, особенно на химических заводах, а также и на прочих производствах. Ср. многочисленные сведения о катастрофах и массовых отравлениях, приведенные у Цангера*.

* Zangger, Zentralblatt Gewerbehyg. 2, H. 8 (1914). См. также Flury-Zangger, Lehrbuch der Toxikologie, Berlin 1928.

Транспорт взрывчатых веществ регламентирован во всех странах соответствующими правительственными распоряжениями. Для производства, приобретения и продажи их, устройства складов требуется официальное разрешение. Имеются также подробные инструкции по устройству и работе заводов взрывчатых веществ. См. разделы «Ароматические нитро- и аминоксоединения».

Газы, выделяющиеся с дымом и при пожарах

Пиролиз

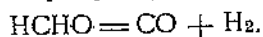
О продуктах, образующихся при сухой перегонке химических веществ, имеется богатейшая литература. В последнее время крайне разбросанные данные об этих продуктах «пиролиза» были собраны Хардом*. Эти данные имеют большое значение для химических синтезов и для лучшего понимания современного метода крекинга. Кроме того они дают возможность лучше понять образование ядовитых продуктов при различного рода процессах горения.

Пиролиз представляет одну из немногих реакций парафинов. Наибольшей стойкостью по отношению к нагреванию обладает метан; с увеличением углеродной цепи растет способность к разложению. В зависимости от условий горения, наличия каталитически действующих веществ, как металлы, уголь и др., при разложении алифатических углеводородов образуются окись углерода, водород, непредельные и ароматические углеводороды.

Даже известный по своей стабильности бензол в присутствии раскаленных металлов разлагается на более простые углеводороды, но при этом одновременно образуются и соединения более сложного молекулярного состава, как дифенил, антрацен и т. п. Точно так же из нафталина образуется динафтил.

Крекинг-процессы в нефтяной промышленности приобретают с каждым днем все большее значение. Как показали химические исследования, понятие «керосин» охватывает большое количество продуктов, так как в сырой нефти содержится кроме углеводородов громадное количество до настоящего времени еще и мало известных составных частей. Кроме того в зависимости от различных условий опыта продукты термического разложения также весьма различны. При перегревании имеют место как разложение на более простые соединения, так и синтез более сложных циклических соединений. Перегонка под давлением здесь не рассматривается. Токсикологическое значение имеют в первую очередь непредельные, ароматические и серусодержащие продукты.

Среди газообразных раздражающих веществ при процессах горения первое место занимает формальдегид. Он представляет собой предпоследний член в ряду продуктов разложения бесчисленных углеродсодержащих соединений, образующихся при сухой перегонке. Часть окиси углерода, входящей в состав газов горения, следует рассматривать как последний продукт расщепления формальдегида



Кроме формальдегида имеются еще его гомологи.

При нагревании без доступа воздуха спиртов также всегда образуются альдегиды.

Метиловый спирт дает преимущественно окись углерода, водо-

* Hurd C. D., Pyrolysis of Carbon Compounds, New York 1929.

ред и формальдегид; кроме них образуются еще метан и другие углеводороды. Из этилового спирта образуются между прочим ацетальдегид, формальдегид, кротоновый альдегид, метан, ацетилен, этилен, водород и окись углерода. На процессы дегидрирования оказывают в различной степени влияние катализаторы. Таким же образом из бутилового и амилового спиртов кроме соответствующих альдегидов образуется еще ряд изомерных и высших альдегидов.

Точно так же образуются альдегиды из всех эфиров жирного ряда. Лучше всего известны продукты разложения этилового эфира. Главными производными являются в этом случае ацетальдегид и этан. Кроме того имеются еще летучие жирные кислоты, перекиси, соединения винила, непредельные углеводороды. В смесях воздуха, содержащих эфир, определялся при известных условиях формальдегид в количестве 0,0035 объемн. % (Кербер). Следы кротонового альдегида находил еще Бертелло. Хотя более серьезные отравления вряд ли могут получиться от таких незначительных количеств, все же возможны хронические заболевания. Практическое значение имеет разложение паров эфира в операционных залах при горении огня (газовое пламя, стерилизационные аппараты и т. п.). Наблюдающиеся у хирургов и вспомогательного персонала не только от хлороформенного, но и от эфирного наркоза расстройства здоровья объясняются не одним лишь продолжительным вдыханием неразложившихся наркотических паров, но возможно и действием продуктов разложения. Подробнее см. раздел «Этиловый эфир».

Все жирные кислоты, особенно в виде солей жирных кислот (например мыла) и эфиров (жиры), образуют альдегиды в зависимости от длины их углеродной цепи — от низших альдегидов до высших членов этого ряда. Последние могут вновь расщепляться на более простые альдегиды. Наиболее известны акролеин и кротоновый альдегид. При получении кетонов нагреванием солей кальций получается ряд побочных продуктов, в том числе опять-таки альдегиды и углеводороды.

При разложении нагреванием ароматических веществ, содержащих серу, образуются, смотря по условиям, либо преимущественно сероводород, меркаптаны, тиозфиры, тиофен, либо продукты окисления серы — сернистый и серный ангидриды. Химия тиофена и других органических производных серы исследована далеко еще не достаточно. В продуктах перегонки нефти обычно также содержатся подобного рода сернистые соединения, равно и в продуктах перегонки битуминозных сланцев (ихтиола), торфа и др. То же относится и к продуктам горения различных углей. Многие животные вещества, все виды мяса и рыбы, дают сероводород, образующийся в данном случае из цистина и родственных ему веществ.

Мало изучены в токсикологическом отношении непредельные кетоны, кетены. Эти соединения образуются при нагревании кетонов, как ацетона и его гомологов, встречающихся особенно при перегонке дерева. Кетены являются непереносимыми раздражающими веществами.

При нагревании углеводов также получают многочисленные газообразные продукты, имеющие токсикологическое значение. При превращении сахара в карамель и дальнейшем обугливания ее улетучиваются пары фурфурола, кроме того ацетон, формальдегид, насыщенные и ненасыщенные углеводороды, окись углерода, углекислота, низшие летучие жирные кислоты, особенно уксусная.

То же, что и с сахаром происходит в общем с высшими углеводами, особенно с крахмалом и целлюлозой. Поэтому следует считаться с появлением всех упомянутых продуктов при пожарах, захватывающих например растительные вещества, муку, рис, овощи, текстильные товары, бумагу, дерево. В дыму фильтровальной бумаги легко можно обнаружить фурфурол и формальдегид. При сухой перегонке чистого хлопка (ваты) получаются между прочим фурфурол, альдегиды, кетоны, все жирные кислоты, от муравьиной до валериановой кислоты, фенолы и крезолы.

Подробно исследовано пирогенное разложение дерева. При нем получают продукты разложения клетчатки, лигнина, пентозанов, смол и прочих составных частей. Из альдегидов обнаружены с достоверностью формальдегид, ацетальдегид, валеральдегид, фурфурол и его гомологи, ацетали. Наряду с этим встречаются еще кислоты, низшие жирные кислоты, смоляные кислоты, спирты, сложные эфиры, кетоны, фенолы и эфиры фенолов, незначительные количества аммиака, амины, пиридин, метилпиридин, наконец углеводороды, терпены и газообразные продукты, прежде всего окись углерода (Классон). Особенно сложные отношения получаются при пирогенном разложении богатых смолой пород, а также пропитанного, окрашенного и лакированного дерева.

Вещества ряда терпенов, в первую очередь сам скипидар, подвергаясь нагреванию, дают между прочим изопрен и гомологи бензола, антрацен и т. д.

Каучук и родственные вещества при нагревании отщепляют изопрен наряду с целым рядом других высших непредельных углеводородов, среди которых содержатся многочисленные вещества, крайне сильно раздражающие органы дыхания.

Газы, выделяющиеся с дымом

Издавна известно, что при пожарах образуются вредные дымы. Несмотря на это, понимание большого значения отравления дымами еще недостаточно глубоко проникло в сознание технических и врачебных кругов. Как раз незначительные пожары, легко поддающиеся тушению, являются причиной самых серьезных поражений дымами; образующийся при тушении чад оказывает часто гораздо более тяжелое действие, чем пожары с сильным развитием пламени.

Свойство и действие дыма зависят от многих условий — в первую очередь от химического состава горящих веществ, от физических свойств и распределения их, влажности, плотности, степени сгорания, существующей температуры, доступа воздуха. Все эти факторы подвергаются постоянной и быстрой смене, вследствие чего в действии их на человека невозможно уловить какой-либо закономерности. Каждое горение, каждое дымообразование отличается известным своеобразием.

Таким образом мы наблюдаем в дымах при известных обстоятельствах все вещества, которые образуются при нагревании (пиролизе) материалов, содержащих углерод — дерева, угля и животных веществ.

При медленном нагревании или горении без достаточного доступа воздуха имеет место сухая перегонка с образованием многочисленных продуктов (о которых упоминалось выше).

По Вислиценусу важнейшими составными частями дымов являются:

Нормальные газы, содержащиеся в дымах: кислород, азот, окись углерода, уголекислота, водяные пары.

Ненормальные газы, содержащиеся в дымах: сернистая кислота, ангидрид серной кислоты, серная кислота, соляная кислота, хлор, фтористый водород, фтористый кремний, кремнефтористоводородная кислота, окислы азота, азотная кислота.

Редко содержащиеся газы: сероводород, сероуглерод, аммиак и аминовые основания, органические пары (бензин, эфир, хлороформ, бензол и т. д.).

Перегранные и твердые вещества: пары дегтя (ароматические углеводороды, фенолы, креозот, анилин, пиридин, пиррол).

Сажа: углерод с пропитывающими веществами.

Летучая зола: окислы, углекислые соли, фосфорные соли, силикаты разных щелочных металлов, сернокислые соли, хлористые соли железа, цинка, меди, соли щелочных металлов и аммония.

Прочие твердые вещества: цинк, окись цинка, карбид кальция, негашеная известь, цементная пыль.

Из вредных для здоровья видов дыма, не считая нормальных газов горения, являющихся вредными главным образом благодаря содержанию в них окиси углерода или углекислоты и рассмотренных выше в разделе об окиси углерода, упомянем следующие.

Угольный чад

Он содержит меняющиеся, но незначительные количества окиси углерода (обычно ниже 1%), несколько процентов углекислоты; наряду с этим иногда также сернистый ангидрид, сероводород, фенолы, жирные кислоты, масляную и валериановую кислоты, составные части дегтя (вещества «гари»).

Паровозный дым в туннелях

Неприятное состояние, вызываемое дымом при проезде через длинные туннели, общеизвестно. Нередки поражения при более длительном пребывании поездов в туннелях. Недавно например в Швейцарии вновь произошли отравления железнодорожного персонала газами. Широким кругам обыкновенно об этом мало известно. По вопросу о вредностях в этой области имеются точные исследования, прежде всего А. Моссо (1900 г.). Последний нашел в туннеле Дживио 0,3—1,3% окиси углерода наряду с небольшими количествами сернистого ангидрида; в дыму паровозной трубы в среднем 1,9% окиси углерода. В туннеле имели место многочисленные несчастные случаи с железнодорожным персоналом.

А. Зейделл и Ф. В. Месерв* указали на возможность смешанных отравлений этими газами. Как окись углерода, так и сернистый ангидрид оказывают вредное действие на окислительные процессы в крови, но каждый газ в другом направлении. Они нашли в Фультон-туннеле около Балтимора до 15 частей сернистого ангидрида и до 267 частей окиси углерода на миллион частей воздуха. В туннелях электрических поездов были найдены значительно меньшие количества. Дальнейшие данные о составе дыма в железнодорожных туннелях см. раздел «Окись углерода».

Дым, выделяющийся при пожарах

При анализе большого количества проб дыма пожаров** Румпф нашел среднее количество окиси углерода ниже 0,3 объемн. %, даже

* Seidell a. Meserve, Hyg. Lab. Bulletin № 92, Washington 1914.

** Draegerhefte № 148, Juni 1930.

при пожарах в подвалах. По Г. Лангбеку при условиях, соответствующих повидимому квартирному пожару средних размеров, были определены концентрации, близкие к 0,3%. Анализ дыма от горящих опилок и т. п. показал 0,25—0,3% окиси углерода и 1,2—2,3% углекислоты при содержании кислорода 18,3—19%; в других опытах 0,13% окиси углерода и 1,2% углекислоты.

В отдельных случаях Воллин обнаружил следующий состав газов дыма (в процентах):

	Окись углерода	Углекислота	Кислород
Пожары в подвалах	0,04—0,65	0,1—3,4	17—20
Пожары чердаков	— 0,2	0,1—2,7	17,7—20,7
Различные пожары	0,01—1,4	0,3—10,1	9,9—20,8
Опыты с густыми дымами	0,2—1,1	0,5—8,4	10,8—20,0

Поразительно, что с увеличением плотности и количества дыма содержание окиси углерода становится меньше. Однако не следует также недооценивать содержания окиси углерода в газах дыма при пожарах средних размеров. На железных дорогах считается опасной концентрация окиси углерода, равная 0,05%. Указанный в более давних работах предел — 0,3% слишком высок.

Если горящий материал содержит ткани, шерсть, волосы и животные вещества, то к упомянутым уже продуктам горения присоединяются еще неприятно пахнущие продукты сухой перегонки (пироллиза) животных веществ, т. е. пиридин, хиолин и их производные; повидимому всегда имеются также цианистые соединения и соединения, содержащие серу.

Сюда же относятся газы с сильным и острым запахом (альдегиды, кетоны), образующиеся из тлеющих фитилей, войлока, тряпок.

Течение отравлений дымом *

Течение отравлений зависит главным образом от состава дыма. Вреднее всего незаметные для глаза невидимые части дыма. В первую очередь следует указать на окись углерода. Обычно в картине болезни преобладают симптомы отравления окисью углерода. Однако поражение может значительно усиливаться и измениться по характеру и течению благодаря примеси других газов, а именно:

1) резорбтивно действующих газов, в первую очередь сероводорода, цианистого водорода, циана, азотистых соединений типа пиридина;

2) местно раздражающих газов, особенно сернистого ангидрида, возможно также окислов азота.

Количества могущих оказать влияние соединений, ввиду громадного разнообразия всевозможных веществ, не поддаются учету. При отравлениях дымами следует считаться с взаимным усилением действия газов. В нескольких случаях такое усиление действия окиси углерода было экспериментально доказано. Кроме того газы могут при горении причинить ожоги. Количество введенных с дыханием газов при физическом напряжении — при тушении пожара, при попытках к бегству — гораздо выше, чем при спокойном дыхании.

* Leu, Rauchvergiftungen, Gasmaske 2, 1 (1930). См. также Höh, Diss. Würzburg 1930.

Заболевания, как показывает богатый опыт пожарного дела, ни в коем случае не ограничиваются одними лишь органами дыхания.

Прогноз при отравлениях дымами следует ставить очень осторожно. Распространенное раньше предположение, что при отравлениях дымом важное значение имеет недостаток кислорода в воздухе, оправдывается лишь в очень редких случаях (пожары в подвалах, на кораблях). Непродолжительное вдыхание бедного кислородом воздуха не вызывает во всяком случае угрожающих или стойких поражений.

Гораздо важнее то обстоятельство, что часто воздух и газы горения попадают в органы дыхания в сильно нагретом состоянии. Благодаря этому наряду с химическими поражениями получают явления высушивания слизистых и ожоги. Почти всегда имеются жалобы на мучительное кашлевое раздражение, на неприятное жжение в верхних дыхательных путях. Характерны сухие хрипы в легких, сопровождающие или заглушающие нормальный шум дыхания. Катарральные влажные хрипы появляются обыкновенно лишь позже, спустя несколько дней. Лишь при остром отеке легких хрипы появляются часто уже через несколько часов, большей частью в течение первого дня.

Дальнейшее течение зависит от сопротивляемости, конституции и появления бактериальных инфекций. Важное значение имеют еще последующие заболевания и хронические отравления.

По опыту пожарных команд можно различать три главные формы хронических отравлений дымом.

Первая группа отличается болезненными изменениями сосудов, напоминающими преждевременное обызвествление их, так называемый пресклероз.

Вторая группа, тесно связанная с первой, отличается прежде всего поражениями сердечной мышцы, хроническим воспалением ее, жировым перерождением и т. п. Все это вызывает расстройства кровообращения, явления застоя, например застойную печень, застойные почки, эмфизему и другие расстройства легочного кровообращения.

В третьей группе преобладают нервные симптомы: от легких явлений выпадения и общей слабости нервной системы до тягчайших душевных расстройств.

Между главными формами имеются переходные. Во всяком случае следует отметить, что последствия отравления дымом ни в коем случае не ограничиваются первично затронутой или пораженной системой, т. е. органами дыхания.

Вопрос, насколько изменения крови (анемия), расстройства желудка, разнообразные нервные заболевания вызываются комбинарованным действием различных причин, может быть решен лишь тщательным врачебным исследованием. Заключение может здесь часто натолкнуться на величайшие трудности, не в малой степени в связи с высокой индивидуальной чувствительностью.

В случаях, когда мы имеем дело с чистыми отравлениями окисью углерода, основные задачи при лечении отравлений дымом вполне ясны. Но иное положение мы имеем, когда симптомы атипичны, когда в болезни участвуют различные влияния, в том числе действие горячих газов, так что общая картина отравления затемняется. Опыт врачей-специалистов показывает, что случаи, кажущиеся на первый взгляд легкими, требуют часто гораздо больше врачебного искусства, чем гладко протекающие отравления окисью

углерода, хотя бы казавшиеся вначале угрожающими. Искусственное дыхание, разные способы приведения в чувство и дальнейшее лечение наталкиваются в таких случаях на большие трудности. Здесь в случаях комбинированных отравлений дымом часто наблюдаются более тяжелые последствия, и выздоровление как правило затягивается на более длительный срок (Лей). Так же как при действии раздражающих веществ, не последнюю роль в этих случаях часто играют весьма обширные поражения тканей органов дыхания.

Для предупреждения отравлений дымом было предложено множество предохранительных аппаратов, в разбор которых мы здесь входить не можем. До войны это были преимущественно шлемы, противодымные маски и разные аппараты, в которые через шланги доставлялся кислород, либо чистый воздух. Прежние противодымные шлемы были отчасти тяжелы и неудобны. Наиболее совершенны современные кислородные аппараты, дающие защиту против окиси углерода. Благодаря опыту мировой войны противогазовая защита пожарных получила мощный толчок. Вместо тяжелых защитных аппаратов появились легкие защитные приборы в форме фильтрующих противогазов. Маски пожарных должны быть безопасны при действии искр и обладать большим полем зрения. Необходимо еще введение добавочного противодымного фильтра. В последнее время специальные заводы изготавливают противогазы, вполне пригодные для защиты пожарных.

Литература

«Gasmask» и «Draegerhefte», 1929 и 1930.

В дополнение к газам дыма и горения разберем еще несколько особых видов дыма.

Табачный дым

Табачный дым является вероятно наиболее подробно исследованным в химическом и токсикологическом отношении дымом (Леман, Томс и др.). Кроме никотина он содержит пиридин и родственные ему основания, пирролы, аммиак и амины, окись углерода и углекислоту, цианистые соединения, метиловый спирт, низшие жирные кислоты, как масляная, сероводород и еще ароматические и смоловидные, близкие к дегтю соединения. Никотин считается почти всеми важнейшей составной частью дыма, остальные части вследствие незначительного их количества отступают более или менее на задний план. Все же та или иная составная часть, особенно при хроническом действии, оказывает влияние. Из них особенно часто — окись углерода.

Дым содержит до 1% окиси углерода, а при быстром курении даже больше. Одна сигара дает приблизительно 1 м³ дыма. В крови курильщиков папирос находили до 5% окиси углерода*. Давно известно, что пребывание в плохом проветриваемых, полных табачного дыма комнатах может вызвать расстройство здоровья; по этому вопросу имеются экспериментальные исследования на людях и животных. Имеется также обширная литература о выключении тех составных частей табачного дыма, которые считались ядовитыми, посредством солей железа, противодымных фильтров и т. п.

Никотин не является единственным ядом табачного дыма. Это доказывается тем, что курение не содержащих никотина веществ также может вызвать весьма серьезные расстройства. Первые попытки

* Armstrong, Brit. med. Journ. 3208, 992 (1922).

курения тростника, камыша и т. п. кончаются обыкновенно тошнотой, рвотой, потами. В Германии со времени мировой войны имеется богатый опыт в отношении суррогатов табака (буковые листья, листья роз и т. п.). И в этих случаях впрочем наблюдались изредка тяжелые отравления вследствие использования растений, содержащих алкалоиды. Например листья ракитника по своему действию очень близки к табаку (Фюнер). Курение листьев пахучей смолки вызывало благодаря содержанию в них кумарина различного рода нервные расстройства, в том числе и расстройства центрального происхождения.

Дым лечебных трав, наркотических средств и родственных им веществ

В дыму применяемых в медицине противоастмических трав (дурмана, белены, белладонны, лобелии, мака, гризделии) содержатся алкалоиды, кроме того различные азотистые основания дыма и продукты разложения примешиваемой в большинстве случаев селитры (окислы азота). Употребляемая против астмы бумага, пропитанная селитрой, образует при сжигании окислы азота и так называемые «продукты гари».

При курении опия улетучиваются также алкалоиды опия, и прежде всего морфий (Штрауб). В трубках для опия образуется отрицательное давление от -20 до -40 мм и даже до -100 мм Hg, благодаря чему могут возгораться легко разлагающиеся основания. Японские исследователи находили в дыму 15% алкалоидов, содержащихся в опиуме, в том числе морфий, кодеин, наркотин в неразложившемся виде*.

Аналогично с упомянутым выше опиумом следует полагать, что при курении гашиша и других наркотических средств действующие вещества переходят в неразложившемся виде в дым.

При мистических церемониях, колдовстве, религиозных торжествах первобытных народов существовал и ныне еще часто встречается при религиозных церемониях обычай сжигания наркотических веществ, преимущественно из сем. solanaceae (пасленовых), белладонны и т. п., и вдыхания их дыма. При этом иногда появляются вызванные токсическим действием этих веществ состояние возбуждения и другие психические расстройства.

Искусственный дым

Дым не всегда бывает нежелательным продуктом. Иногда его создают специально для определенных целей. Сюда относится например получение дыма и тумана в виноделии и сельском хозяйстве во время весенних заморозков. Для этой цели применяются особые вещества для окуриваний, смолы, пек, нефтяные остатки и т. д., вместе с сырыми горючими веществами, как опилки, солома, листья и т. п. Черный дым образуется при сжигании продуктов с большим содержанием углерода, например неочищенного нафталина, порошка асфальта с дегтем, нефти, пропитанных селитрой опилок.

Применявшиеся на войне с целью маскировки химические вещества не образуют дыма в точном смысле этого слова, а туман. Сюда относятся: дымящие кислоты — хлорсульфоновая кислота, серная кислота; четыреххлористые олово, кремний, титан и кроме того фосфор.

Все эти вещества, нередко применявшиеся в смеси, уже потому

* Nakajima и Kubota, по Ber, *Physiol.* 40, 850 (1927).

сравнительно безвредны, что достигаемые в поле концентрации очень незначительны. В противоположность им большинство ядовитых дымов, содержащих по преимуществу мышьяк, могут оказывать вредное действие на здоровье в том виде, как они применяются на войне и в борьбе с вредителями. Ср. разделы «Борьба с вредителями» и «Газы на войне».

5) Деготь и смола (вар)

Дегтем называют более или менее темно окрашенный, большей частью густой жидкий продукт со своеобразным резким запахом, получаемый при сухой перегонке органических веществ.

Химический состав дегтя полностью зависит от исходного материала и поэтому весьма различен. В частности различают две категории (группы) дегтя: у одной водная вытяжка реагирует кисло вследствие содержания в ней органических кислот, у другой реакция щелочная вследствие преобладания органических оснований.

Главным представителем первой категории является древесный деготь, главным представителем второй — каменноугольный деготь. В основном во всех видах дегтя мы имеем преимущественно дело со сложной смесью углеводородов, с образовавшимися пироженным путем различного рода продуктами конденсации и полимеризации; наряду с этим, в зависимости от исходного материала, мы находим фенолы, далее вещества типа кетонов, органические основания или кислоты, содержащие серу и азот нейтральные соединения и др.

Древесный деготь, темнокоричневая густая жидкость, содержит: 1) углеводороды, особенно нафтенy, затем толуол, ксилон, мезитилен, нафталин, пирен, хризен, псевдокумен, парафины и др.; 2) фенолы — фенол, крезол, пирокатехиновый и пирогаллоловый эфир и их сложные продукты превращения и др.; 3) кислоты — уксусную и др. Основания отсутствуют.

Древесный деготь применяется в качестве средства для покрытия деревянных предметов, кораблей, канатов, а также для заправки двигателей внутреннего сгорания.

В качестве остатка при сухой перегонке древесного дегтя получается твердый вар, черно-коричневая смолообразная, хрупкая, мякнущая в руках от тепла масса с характерным запахом дегтя. В химическом отношении вар представляет собой смесь различных продуктов конденсации и полимеризации составных частей дегтя. Вар применяется в качестве заменителя асфальта, в сапожном деле и т. п.

Каменноугольный деготь представляет черную, вязкую жидкость с уд. в. 1,1—1,2. Главными составными частями его являются углеводороды (приблизительно 46%) преимущественно ароматического ряда, начиная с бензола и до кипящих при высокой температуре антраценов; наряду с ними парафины, олефины, непредельные циклические углеводороды и др. (строение 32% углеводородов еще неизвестно); дальше фенолы (около 2,6%), начиная с простейшего фенола до кипящих при высокой температуре фенолов неизвестного строения. При этом он не содержит никаких кислот; наоборот, имеются основания ароматического ряда (0,1%): пиридины, хинолины, акридины и др. Наряду с этим в нем имеется еще целый ряд нейтральных соединений, содержащих кислород, азот, а также серу. Каменноугольный деготь служит для защиты от воды фундаментов, для гудронирования улиц, для пропитки толя и др.; он является исходным материалом для производства многих других веществ, особенно для многочисленных химических продуктов.

Очень большая часть его перегоняется на коксовых заводах до состояния твердого пека — черной массы различной консистенции, от воскообразной до твердости стекла. Чаще перегонку не доводят до конца: томят лишь легкие масла, тяжелые же масла перегоняются не полностью, причем получают мягкий пек. Если отгоняют легкие масла и лишь незначительную часть тяжелых масел, то остаток носит название асфальта*. Его применяют при производстве толя, брикетов, для обмазывания, для получения железных и др. лаков, масел для грунтования, изоляции в электрической промышленности, для мощения улиц и т. д.

Деготь из бурых углей — коричневая масса консистенции коровьего масла с характерным неприятным запахом, отличается от каменноугольного дегтя преимущественно тем, что он содержит больше парафинов и меньше ароматических углеводородов, беднее также азотными основаниями; зато он содержит больше соединений серы. Большей частью его отгоняют до получения асфальта. Последний применяется так же, как и каменноугольный асфальт.

Условия отравления. Вдыхание паров нагретого сырого дегтя может вызвать отравления; эти пары содержат преимущественно те составные части дегтя, которые имеют низкую точку кипения.

Содержащиеся в мягком пеке и асфальте вещества так мало летучи, что отравления их парами при низкой температуре вряд ли возможны, зато часто наблюдались отравления парами нагретого мягкого пека или асфальта, а также заболевания от действия пыли этих веществ.

Характер отравлений определяется содержащимися в парах веществами.

Гейбнер¹ сообщает об одном случае отравления в связи с асфальтированием в течение 8 час. узких свежеспромоленных корабельных помещений. Деготь содержал заметные количества составных частей, кипящих ниже 100° (преимущественно, значит, бензола и его гомологов), улетучивавшихся при последующем асфальтировании; при этом вероятно увлекались и другие ядовитые вещества. Отравление началось незначительным заболеванием (кашель, головокружение, одышка) и в дальнейшем протекало в виде злокачественного малокровия с желтухой и сердечными шумами и отеком легких; смерть через 8 недель. Здесь мы имеем дело с продуктами каменноугольного дегтя.

Таково же происхождение описанного Мак-Кордом² случая: рабочий, вследствие неисправности печи для растапливания асфальта, подвергался действию паров последнего (асфальт содержал преимущественно кипящие выше 210° вещества: карболовое, креозотовое и антраценовое масла). Появились симптомы острого отравления: судороги, угнетение, затем отек легких, сильные кровоизлияния в слизистые оболочки, нефрит, последующая анемия. В дальнейшем появились тяжелые расстройства центральной нервной системы, вызвавшие спустя долгое время параличи и душевное заболевание.

При работе с горячим каменноугольным пеком у рабочих, наряду с незначительным раздражением слизистой дыхательных путей и глаз, получают своеобразные изменения кожи, причиной которых следует считать действие паров расплавленной массы пека или пыли его. Образуется так называемая «пексовая кожа», последняя приобретает коричневую окраску (в то же время роговицы глаз окрашиваются в желтый цвет), появляются большие угри и ороговение. Поражаются преимущественно непокрытые части кожи; при дей-

* Не смешивать с естественным асфальтом, происхождение которого аналогично нефти.

ствии солнечного или отраженного снегом света появляется впоследствии более или менее резкое покраснение лица (вокруг глаз) и рук с отеком и сильным зудом; в дальнейшем обыкновенно отмечается шелушение. В тени или в темноте явления раздражения уменьшаются или даже исчезают совершенно. Наряду с отдельными случаями пониженной чувствительности отмечается повышенная чувствительность: так некоторые рабочие вынуждены были уже после 3—4-часовой работы бросать ее надолго.

Причиной этих явлений раздражения являются, как предполагают, содержащиеся в парах дегтя антраценовые и акридиновые соединения, оказывающие фотосенсибилизирующее действие, т. е. способствующее возникновению поражения ультрафиолетовыми лучами там, где в обычных условиях они (лучи) оказываются безвредными. Благодаря этому усиливается вредное влияние и продуктов дегтя, действующих на пораженную лучами кожу. Некоторые авторы все же оспаривают вредное действие акридина в этих поражениях.

Не все сорта дегтя или асфальта вызывают описанные поражения. Например получающиеся из остатков нефти американские смолы не оказывали по видимому такого действия; то же по видимому относится к доменному дегтю или смоле.

Лучшим предохранением от подобных поражений дегтем является перенесение работы летом на ночное время. Личная профилактика заключается в соблюдении абсолютной чистоты: обмывания или купание после работы наряду со сменой рабочей одежды и белья; кроме того защитные очки, коричневые защитные повязки, смазывание незащищенной кожи цинковой пастой с последующим посыпанием пудрой; полезными оказываются также смазывания жидкой кашицей из глины. Возможно также применение современных защитных средств против ультрафиолетовых лучей, как то: кородениновая мазь (Ридель) и т. п. При уходе с работы при сильном солнечном сиянии или снегопаде необходима соответствующая защита лица, шеи, рук.

Официальные указания о мерах предупреждения поражений указаны в «Правилах по охране труда при работах с пеками» (Обяз. Пост. НКТ СССР 30/VI 1930 г. № 224 с изменениями, внесенными пост. НКТ СССР 21/III 1933 г. № 26.)

Терапия — исключительно симптоматическая.

При продолжительном действии паров дегтя, например при смолении уличных каналов, может появиться повышенная чувствительность к парам, выражающаяся в чихании, кашле и одышке.

В противоположность описанным отравлениям в нижеприведенном описанном Кельшем¹ случае мы имеем действие продукта древесного дегтя. Отравление наступило при работе со свежепросмоленными бочками. Вдыхаемый воздух как будто содержал 0,2% тяжелых углеводородов (смоляные масла, пинолины, терпены). Двое рабочих в течение нескольких минут потеряли сознание; появились эпилептического характера судороги, зрачки были расширены, пульс очень учащен, на лбу — холодный пот. Один рабочий на свежем воздухе быстро и без всякой помощи пришел в себя, однако еще в течение 4 дней был нетрудоспособен; другой пришел в себя после искусственного дыхания, производившегося в течение одного часа; в дальнейшем он не обнаруживал никаких болезненных явлений.

Литература

1. Heubner, Dtsch. Ztschr. gerichtl. Med. 4, 29 (1924).
2. Koelsch u Ullmann-Oppenheim-Rille, Schädigung der Haut, Bd. 2, S. 338 (там же дальнейшая литература).

3. Koelsch, Concordia (Berl.) 1911, № 20.
4. Lewin, Dtsch. Med. Wchschr. 1913, 1529.
5. Mac Cord, Journ. Amer. med. Assoc. 92, 695 (1929).

Дополнительная литература

- Bonser, Lancet, 775 (1932).
 Cook, Journ. of Chem. Soc. 489 и 2529 (1931).
 Burrows, Hieger, Kennaway, Amer. Journ. of cancer 16, 57 (1932).
 Leymann, Die Unfall- und Gesundheitsgefahren in der Steinkohlenteerdestillation
 nebst einigen Vorschlägen zu ihrer Bekämpfung. Berlin (1932).
 Вубарев и Каган, Гигиена безопасн. и патол. труда № 1, 77 (1931).
 Иоффе, Сов. вестн. дерматол. № 6, 33 (1932).
 Фельдман, Профил. медиц. № 10 (1926).
 Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промсанитарии, 4-е
 изд., Гострудинат (1930).

6) Современные средства огнетушения

В настоящее время все шире применяют для тушения огня газы и пары во всех случаях, когда тушение водой не применимо. Издавна уже для этой цели применялась углекислота, которая получалась преимущественно из водных растворов кислот или кислых солей действием двууглекислого натрия, при сухом же тушении — из порошкообразных смесей, содержащих соду, смешанную с другими химикалиями. В последнее время играют большую роль методы тушения пеной (Лаурент, 1906), при которых образуется пена, оказывающаяся особенно эффективной при горении жидких веществ, как масло, бензин, бензол. В качестве пенообразующих веществ применяют сапонины и содержащие сапонины растительные экстракты, клей, сахар, органические сульфокислоты и т. п. В последнее время все большее применение находят органические соединения. На первом месте стоит четыреххлористый углерод, о котором уже в 1881 г. упоминает В. Деринг. Пары его практически не способны воспламеняться. При тушении загоревшихся жидких органических веществ он оказывает прекрасное действие. Кроме того были предложены тетрабромэтан, тетрахлорэтан, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, бромистый этилен, бромистый этил, бромистый метил. Аппараты «Полео», «Ардео» и «Хедаг» содержат видимо бромистый метил*. «Кустос» содержит чистый бромистый метил. Многие аппараты содержат смеси упомянутых веществ. Способностью тушить пламя обладают также иодистые алкилы, например иодистый этил. Сюда же относятся еще многие другие токсикологически сильно действующие вещества, например сернистый газ, применяемый в смеси с галоидалкилами. С этой же целью применяются также соединения селена (Крокер, 1925), а также аммиак и соли аммония. Достаточно этого перечисления, чтобы дать представление о всем разнообразии применяемых методов.

При оценке всех этих средств с санитарной точки зрения следует принять во внимание, что во всех случаях мы имеем дело с летучими веществами, обладающими более или менее ядовитым действием. Наиболее ядовит вероятно бромистый метил. Четыреххлористый углерод как содержащий галоид наркотическое вещество тоже может вызывать серьезные поражения.

К этому присоединяется еще и другой источник опасности. Некоторые из этих веществ при высокой температуре разлагаются и

* Biesalski, Ztschr. f. angew. Ch. 43, 603 (1908).
 Glaser u. Fritsch, Ztschr. f. angew. Ch. 41, 263 (1928).
 Joachimoglu, Dtsch. med. Wchschr. 56, 785 (1930).
 Voigt, Ztschr. f. angew. Ch. 41, 501 (1928).

таким образом переходят в другие вещества с другим действием. Это относится в первую очередь к четыреххлористому углероду, который аналогично хлороформу при известных условиях образует фосген.

Токсикологическое значение образования фосгена из четыреххлористого углерода при пожарах пока еще оспаривается. При этом многие указывают, что результаты лабораторных работ не имеют значения для практики. Следует добавить, что в данном случае имеют значение многие факторы, например температура, применяемое средство для тушения, количественные отношения, горящие предметы, возможное присутствие контактных веществ и катализаторов, приток воздуха. Во всяком случае следует считаться с возможностью образования ядовитых продуктов разложения типа фосгена и отравления ими, в первую очередь пожарных*.

Тетрахлорэтан образует при разложении под действием высокой температуры лишь незначительное количество фосгена; трихлорэтилен же повидимому вообще не дает фосгена. Следует кроме того считаться с образованием паров соляной кислоты. Применяя смеси, например с бромистым этиленом, можно уменьшить образование фосгена из четыреххлористого углерода. С другой стороны, применение смесей может способствовать увеличению количества фосгена, например добавление бромистого метила (Г л а з е р и Ф р и ш). При применении бромсодержащих веществ возможно также образование брома и ядовитых бромистых соединений. Англичане предлагают для предохранения от отравления фосгеном добавлять к средствам для тушения аммиак, амины и анилин. Все эти примеси таят новые опасности отравления. Выяснение этих вопросов пока продолжается. Наряду с испытанием средств в противопожарной практике, необходимо их обязательно подвергать также токсикологическому исследованию. Л е м а н считает четыреххлористый углерод в качестве средства тушения огня в специальных условиях безвредным, если он разумно применен с соблюдением правил**.

Опасность создается благодаря пользованию огнетушителями неопытных лиц. К настоящему времени известны в практике несколько неблагоприятных опытов. Кроме несчастного случая с двумя смертельными отравлениями на одной американской подводной лодке, известны несчастные случаи и с немецкими пожарными.

Так как число патентов химических методов тушения огня и патентов, получаемых в этой области, почти не поддается учету, то с каждым днем возрастают и опасности в этой области техники. Вместе с тем расширяется круг задач, стоящих перед государственным надзором и соответствующими профессиями и организациями. Согласно предложению комиссии по четыреххлористому углероду союза инженеров пожарного дела***, аппараты для тушения четыреххлористым углеродом не должны содержать больше 2 л его, не должны применяться в закрытых помещениях и должны быть снабжены подробными правилами применения с указанием на опасность образующихся газов. При пользовании ими необходимо надевать противогазы.

В отношении отдельных веществ и образующихся при разложении их газов см. соответствующие разделы в «Специальной части».

* Фосген, между прочим, образуется при известных условиях также из применяемой для получения дыма «смеси Бергера», состоящей из четыреххлористого углерода и соединений цинка.

** L e h m a n n K. B., Zentralblatt Gewerbehyg. N.F. 7, 123 (1930) (литература).

*** Ztschr. f. Feuerschutz 3, 28 (1920).

7) Органические растворители *

В понятие «растворители» объединяется большое число органических летучих веществ, приобретающих с каждым днем все более возрастающее значение в технике. Их применение как в крупной индустрии, так и в кустарной промышленности создает ряд опасностей для здоровья, вызывая, с одной стороны, при длительном применении кожные поражения, а с другой стороны, — действуя при вдыхании их паров. Последние во многих случаях не обладают никаким раздражающим действием, и часто даже имеют приятный запах. Не только широкие массы, но и технические и врачебные круги часто имеют очень слабые познания о свойствах этих продуктов. Это привело к все более угрожающему в отношении здоровья положению, требующему борьбы всех заинтересованных учреждений.

Техническое значение этих продуктов состоит, во-первых, в их способности растворять, размягчать, пропитывать жиры, смолы, определенные искусственные продукты и, во-вторых, в их значительной летучести, благодаря чему возможно обратное получение растворенных продуктов. В готовом фабрикате (краске, лаке и т. п.) их обычно уже нет. Так что в известном отношении они представляют противоположность воде и водным растворам.

Область применения этих веществ выходит далеко за пределы, охватываемые понятием «растворитель». Например в химической промышленности они служат также в качестве средства осаждения, некоторые из них для синтеза (метилирования), иные в качестве реактивов. Применение некоторых из относящихся сюда веществ в медицине, косметике, борьбе с вредителями, пожарной технике, холодильном деле изложено в других разделах данной книги.

Исключительный рост применения современных растворителей вызывается все более частой заменой механических процессов, например сшивания и др., методом склеивания, затем развитием химической техники в области нефтяной промышленности, в деле добывания дегтя при низкой температуре, при электрохимических методах, крекинг-процессе (методы перегревания), синтетически-каталитических методах (исходя из окиси углерода, ацетилена и этилена), новых методах в бродильной промышленности и использовании дерева, при которых также добываются большие количества растворителей.

Сюда в первую очередь относятся хлорзамещенные углеводороды, широкое применение которых объясняется не в последнюю очередь тем обстоятельством, что они не воспламеняются и не взрывают. Благодаря этому они все более и более вытесняют бензин; большое техническое преимущество представляет их летучесть, благодаря которой лаки и т. п. быстро высыхают.

Различные сорта бензола, имеющиеся в продаже, находят широкое применение в качестве растворителей для быстросохнущих красок, вообще для разведения красок вместо скипидара. При отсутствии вентиляции пользование бензолом для красок опасно; бензол быстро

* Zangger, Über die modernen organischen Lösungsmittel, Arch. f. Gewerbe-pathol. u. Gewerbehyg. 1, 77 (1930).

I. G. Farbenindustrie, «Lösungsmittel» (без указания года).

См. также: Flury u. Wirth, Arch. f. Gewerbe-pathol. u. Hyg. V (1933).

Д. Ф. Ларионов, Патолого-анатомич. изменения при отравлении некоторыми органич. растворителями, Гиг. труда № 5 (1934).

Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I. Госхимтехиздат (1933). Ред.

испаряется с закрашенной поверхности и попадает во вдыхаемый воздух. Концентрация паров увеличивается, если закрашенная поверхность теплая (металлические части машин), или когда краска наносится пульверизацией. Менее опасно, хотя и не совсем безвредно, применение в качестве растворителя для технических красок сольвент-нафты, не содержащей бензола (темп. кип. 140°). Однако это вещество испаряется труднее, чем бензол, и не может поэтому его заменить в быстро сохнущих красках.

В незначительном количестве бензол применяется для экстракции жиров и масел и в качестве растворителя для каучукового клея. Применение бензола в качестве горючего рассматривается в разделах «Газы двигателей», «Бензин», «Окись углерода».

Растворители жиров, масел, восков и смол*

1. Углеводороды: нефть и ее производные (бензин, керосин), буроугольный бензин и бензины прочего происхождения; бензол, чистый толуол, чистый ксилол, парацимол; синтетические углеводороды (тетралин, декалин, пернафтан, гидротерпин); скипидар, сосновые масла, потогны скипидара, камфарные масла, диоксан.

2. Хлорированные углеводороды жирного ряда и хлорбензол.

3. Спирты (от метилового до амилового спирта), гексалин (циклогексанол), метилгексалин (гепталин), диацетоновый спирт, гликоль.

4. Сложные эфиры, особенно низшие члены жирного ряда, бутиловый эфир молочной кислоты, этиловый эфир этилгликолевой кислоты, этиленхлоргидрин, гликоляцетат, диэтилкарбонат, циклогексаноловый (гексалиновый) эфиры муравьиной и уксусной кислот, парацетат, бензилацетат и др.

5. Кетоны: ацетон и ацетоновые масла, метиланон, пирантон, кетоны.

6. Эфиры и гликолевые эфиры.

7. Сероуглерод.

Первое место в использовании растворителей занимает лакокрасочная промышленность, в которой они более или менее полностью вытеснили медленно высыхающий лак. На первом месте стоят в настоящее время нитролаки, основными веществами в которых являются нитроцеллюлозы, а также отходы целлулоида.

Для получения их пользуются следующими растворителями:

Растворители для нитроцеллюлозы

1. С низкой точкой кипения: уксусноэтиловый эфир, уксуснометиловый эфир, ацетон.

2. Со средней точкой кипения: уксуснобутиловый эфир, уксусноамиловый эфир, метиловый и этиловый эфир гликоля.

3. С высокой точкой кипения: эфир молочной кислоты, бензилацетат, бензиловый спирт, эфир гликолевой кислоты.

Кроме того в качестве добавок к этим растворителям применяются: бензин, бензол, толуол, ксилол и т. п., скипидар, спирт; сюда же добавляют еще нелетучие смягчители и смолы.

Для более дорогих и менее применяемых ацетилцеллюлоз необходимы другие растворители. Получаемые из них лаки служат для склеивания, покрытия самолетов и для других специальных целей.

* Wolff H., Die Lösungsmittel der Fette, Öle, Wachse und Harze. 2 Aufl. Stuttgart 1927 [русский перевод — Вольф, Растворители жиров, масел, восков и смол, Химтехиздат (1932)].

Растворители для ацетицеллюлозы

Хлорзамещенные углеводороды (тетрахлорэтан!).
 Ацетон и другие кетоны.
 Спирты, особенно бензиловый спирт.

Растворители для лаков вообще

Спирт, первые и последние фракции при перегонке древесного спирта.
 Ацетон.
 Хлорированные углеводороды жирного ряда.
 Тяжелый бензин.
 Сероуглерод.
 Бензол, первая фракция при перегонке бензола, сольвент-нафта.
 Хлорированные бензолы.
 Тетралин.
 Амилацетат, циклогексанолацетат.
 Циклогексанол.
 Дихлоргидрин.
 Скипидар и пр.

Лаки применяются в художественных мастерских, в игрушечном производстве, при выделке предметов роскоши и широкого потребления из дерева, металла, смолы, кожи, резины, пластических веществ и т. д.

Состав лаков, применяемых при лакировке погружением и распылением, известен лишь в исключительных случаях. Эти лаки носят большей частью название, либо указывающее на цель (грунтовочный, полировочный лак и т. д.), либо просто условное. Применяют масляные лаки, асфальтовые лаки, олифы, спиртовый и цапоновый лак, нитроцеллюлозные лаки. При лакировке по методу погружения применяются составы, содержащие кроме жирных масел, особенно китайских древесных масел, также естественные и искусственные смолы, а в качестве растворителей бензол, бензин, скипидарные масла, нафтенны. В спиртовых лаках имеются не только спирты, но и различнейшие хлорзамещенные углеводороды, нитропроизводные, сероуглерод, ацетон и т. д. Асфальтовые лаки представляют собой растворы асфальта в различных органических растворителях, с добавлением сажи, бакелита, каучука и т. п. Вдыхание паров растворителей не является единственной опасностью при применении этих лаков. При распылении получают туманы, вдыхание которых таит новые опасности ввиду содержания в них смол, минеральных красок и т. п. Образование туманов можно затруднить, борясь с факторами, способствующими их возникновению, — влажностью, охлаждением, конденсационными ядрами*.

При глубокой печати (тифдрук)** применяют в качестве растворителей печатных красок углеводороды, как то: бензол, толуол, ксилол, тяжелый бензин, благодаря чему создаются определенные опасности для людей, работающих на печатных машинах. Они нередко жалуются на тошноту, отсутствие аппетита, отвращение к работе, головные боли, наблюдаются экземы, явления раздражения слизистых, иногда при плохой вентиляции имеют место и более серьезные острые отравления (Баадер, Сток). И здесь в продаже часто имеются разного рода смеси под разными условными назва-

* Wenzel, Alvensleben u. Witt, Die Beseitigung der beim Tauch- und Spritzlackieren entstehenden Dämpfe. Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehyg. N. F. H. 18, Berlin 1930.

** Krug, Rothe, Wenzel, Das Tiefdruckverfahren, Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehyg. N. F. H. 23, Berlin (1930).

ниями. Совершенно безвредного растворителя для типографского дела пока не найдено.

В производстве искусственного шелка пользуются ацетоном, сероуглеродом, спиртом, эфиром и многими другими часто патентованными растворителями.

Резиновая промышленность применяет сероуглерод, бензин, бензол, хлорзамещенные углеводороды.

В кожевенной и обувной промышленности обезжиривающие вещества, краски, лаки и склеивающие средства играют все более значительную роль. В них применяются главным образом бензин, бензол, хлорзамещенные углеводороды, древесный спирт, ацетон и др. растворители.

Кроме того следует назвать еще прачечные и химическую чистку (бензин, а в последнее время еще больше применяются невоспламеняющиеся вещества, мыла с органическими растворителями); изготовление средств для выведения пятен (бензин, «нафта», производные бензола, хлорзамещенные углеводороды, а также простые и сложные эфиры); полиграфическую промышленность — цветное и глубокое печатание (бензин, бензол, толуол, ксилол, хлорированные углеводороды); металлургическую и электротехническую промышленность, автомобильные заводы (обезжиривающие вещества, средства для очистки, лаки); утилизационные заводы (экстрагирующие вещества для костей, кожных обрезков, рыбных отходов и остатков на бойнях); добыча жиров из сточных вод, экскрементов, жмыхов, машинных масел и т. д.

Краски и защитные средства от ржавчины для кораблей, железных конструкций, машинных частей, котлов требуют большого количества растворителей, так же как и разные средства для чистки и наведения блеска в домашнем хозяйстве и промышленных заведениях (чистка пола, средства для очистки и выведения пятен, обувные мази). Здесь же следует упомянуть косметические и фармацевтические препараты и душистые вещества. Растворители применяются еще и для других целей, например в качестве дезинфицирующих средств, в борьбе с вредителями растительного и животного мира, в качестве средств для тушения огня (см. соответствующие разделы).

Дальнейшую область применения этих веществ, например хлористого метила, хлористого этила, представляет современная холодильная промышленность. Для этих же целей пользуются и сильно ядовитым бромистым метилом. Для защиты от образования накипи также пользуются некоторыми из упомянутых соединений, в частности для покрытия внутренней поверхности паровых котлов.

Кроме упомянутых выше широко применяемых растворителей следует упомянуть о многочисленных органических веществах, применяемых лишь для специальных целей, прежде всего в химической промышленности и лабораториях. Из них некоторые соединения, содержащие азот и серу, обладают высокой токсичностью. Однако здесь опасность значительно меньше, чем в промышленных предприятиях, частью вследствие более высокой квалификации работающих, частью вследствие менее широкого применения. Эти вещества обычно реже употребляются. Все же в научных лабораториях иногда встречаются тяжелые отравления химическими веществами. Более редкими растворителями являются диметилсульфат, анилин, нитробензол,

пиридин и родственные аминовые основания или нитросоединения, органические соединения серы, горчичные масла и т. п., а также фенолы, альдегиды, органические кислоты, муравьиная кислота, хлорзамещенные уксусной кислоты.

Нет более трудной для обзора области в промышленной токсикологии, чем разбор современных растворителей. Путаница объясняется здесь различными причинами. Число применяемых средств очень велико и все продолжает расти. К тому же следует учесть, что средства эти применяются почти всегда в смесях. (Ср. раздел «Смешанные отравления».) Не только эти смеси, но и отдельные составные части их имеются в продаже под самыми различными, часто условными названиями.

Важнейшие из них приведены ниже.

Условные и сокращенные названия растворителей*

Адронал	циклогексанол
Анон	циклогексанон
Бейзми	собирательное имя для различных углеводородов (ср. раздел «Нефть»)
Бензол	в технике собирательное имя для различных углеводородов (ср. «Ароматические углеводороды»)
Декалин	декагидронафталин
Депанол	освобожденный от камфоры скипидар
Диэлин	дихлорэтилен
Метилапол	метилциклогексанол
Метилапол	метилциклогексанон
Метилгексалин	гексагидрокрезол (метилциклогексанол)
Метилгликоль	монометиловый эфир этиленгликоля
Палатинол	эфир фталевой кислоты
Пер	перхлорэтилен
Петрогол	изопропиловый спирт
Пирантон	диэтиловый спирт
Солактол	этиловый эфир молочной кислоты
Сольвенол	технический дипентен, темп. кип. 160—190°
Тамазол I	изобутилацетат
Тетра	четыреххлористый углерод
Тетралин	тетрагидронафталин (а также тетрачлорэтан)
Три	трихлорэтилен
Триэлин	трихлорэтилен
Формозол	этиловый эфир муравьиной кислоты
Целлозольв	монометиловый эфир этиленгликоля

Имеются специальные препараты, содержащие аналогично духам и известным лекарствам былых времен по 20, 30 и даже больше различных составных частей. Их состав часто держится в секрете, название охраняется как товарный знак. Цангер предполагает, что число торговых названий и соответствующих специальных препаратов, в которых имеются смеси растворителей, достигает приблизительно 50 000, количество же препаратов этого рода, упоминаемых в патентах, включая и вышедшие из употребления продукты, доходит до 30 000. Аналогичные цифры мы встречаем вероятно только в области медикаментов.

Дальнейшие трудности состоят в том, что часто меняются как названия, так и состав таких продуктов. Выпускаемые в продажу хи-

* Zangger, Über die modernen Lösungsmittel, Arch. f. Gewerbepathol. u. Gewerbehyg. 1, 77 (1930).

мической промышленностью исходные материалы представляют не «химически чистые», а «технические» препараты и состоят часто из смеси различных гомологов и изомеров, в особенности углеводороды ряда бензина и бензола, а также технические спирты, сложные эфиры и т. п. Кроме того растворители могут содержать всякого рода посторонние вещества и примеси, вошедшие в них при получении или попавшие туда впоследствии.

Химический анализ таких смесей сложного состава наталкивается на величайшие трудности, так как часто в них содержатся очень близкие друг к другу вещества с весьма сходными химическими и физическими свойствами (точки кипения!), часто отсутствуют отличительные характерные реакции; с другой стороны, они связаны с такими техническими продуктами, например в лаковой промышленности, химический состав и свойства которых совершенно неизвестны или известны очень мало. Точный анализ именно таких примесей, как например технические отходы, дистилляционные остатки, смолы, практически невозможен.

Таким образом при токсикологической оценке следует учитывать не только чистые или первоначально вошедшие в данный состав растворители. Многие из этих веществ подвергаются при хранении, применении и нередко и при рекуперации превращениям, таящим новые опасности. Особенно известно разложение хлорированных углеводородов вследствие гидролиза или окисления с образованием соединений типа хлорангидридов кислот (фосген и т. п.), хлорирование ацетона и близких к нему веществ в смесях с хлорсодержащими органическими соединениями, причем образуются сильно раздражающие вещества. Аналогичные химические реакции, вызывающие образование более сильных ядов, могут возникать в смесях, особенно в присутствии катализаторов, металлов и т. п. Как показывает старый опыт с эфиром и хлороформом в операционных, такие превращения получаются особенно легко при высокой температуре, например при соприкосновении с горячими металлическими поверхностями. В технике имеются аналогичные условия при регенерации растворителей с помощью нагревания.

Поэтому следует всегда учитывать присутствие всякого рода примесей. Последние, как было упомянуто, образуются в процессе получения или же их добавляют намеренно, хотя бы для изменения или маскировки запаха, могут они также получиться благодаря последующим изменениям. В отношении здоровья представляют особенно серьезную опасность альдегиды и некоторые галоидные производные, раздражающие слизистые оболочки; первые имеются часто в неочищенных спиртах, в разложившихся сложных эфирах, последние образуются вследствие реакции в смесях, например с галоидными алкилами.

Часто также разложение получается при смешении растворителей с мылами и щелочами, например для целей чистки. Из металлов особенно легко подвергаются воздействию алюминия посуда благодаря образованию соляной кислоты из хлористых углеводородов.

Различную летучесть самых употребительных растворителей показывает приведенная на стр. 664 таблица.

Скорость испарения определялась накапыванием 0,5 см³ растворителя на фильтровальную бумагу № 598 фирмы Шлейхер-Шюльц и определением времени полного, без остатка, испарения растворителя.

Таблица времени испарения и точек кипения различных растворителей*

В приводимой таблице время испарения этилового эфира принято равным единице. Приведенные сравнительные цифры показывают время, необходимое для испарения равных количеств растворителя по сравнению с эфиром. Таким образом числа эти представляют лишь сравнительные величины. При определении времени испарения должны быть приняты во внимание внешняя температура и содержание влаги в воздухе.

Название растворителя	Относительная летучесть (эфир = 1)	Границы кипения ** в °C
Этиловый эфир	1	34—35
Хлористый метилен	1,8	40—42
Ацетон химически чистый	2,1	55—56
Уксуснометиловый эфир	2,2	56—62
Уксусноэтиловый эфир	2,9	74—77
Бензол	3	80—81
Безин	3,5	67—100
Хлористый этилен	4,1	81—87
Уксусноизопропиловый эфир	4,2	84—93
Толуол чистый	6,1	109,5—110,5
Нормальный уксуснопропиловый эфир	6,1	97—101
Метанол чистый	6,3	64—65
Уксусноизобутиловый эфир, 85 ⁰ / ₀ -ный	7,7	106—117
Спирт 95 ⁰ / ₀ -ный, денатурированный при помощи 2 ⁰ / ₀ толуола	8,3	78
Нормальный пропиловый спирт	11,1	96—98
Уксуснобутиловый эфир	11,8	121—127
Уксуснобутиловый эфир 85 ⁰ / ₀ -ный	12,5	110—132
Монохлорбензол	12,5	130—131
Уксусноамиловый эфир (чистый)	13	135—140
Ксилол (чистый)	13,5	137—139
Диэтилкарбонат	14	120—130
Изопропиловый спирт	21	79,5—81,5
Изобутиловый спирт	24	104—107
Бутанол	33	114—118
Метилгликоль (монометиловый эфир этиленгли- коля)	34,5	118—130
Уксусногликолевый эфир	35	138—152
Циклогексанон 94 ⁰ / ₀ -ный	40,4	150—156
Этилгликоль (моноэтиловый эфир этиленгли- коля)	43	126—138
Алкилгликоль ВМ	44	115—180
Метилциклогексанон 94 ⁰ / ₀ -ный	47	165—171
Ацетат этилгликоля	52	149—160
Дихлорбензол	57	167—180
Амиловый спирт	62	129
Этилбутилкарбонат	68	135—175
Циклогексаноновый эфир уксусной кислоты	77	170—177
Этиловый эфир молочной кислоты	80	155
Дицетиловый спирт	147	150—165
Бутилгликоль	163	164—182
Бензилацетат	393	213—216
Циклогексанол	403	159—162
Бутиловый эфир молочной кислоты	443	170—195
Этиловый эфир ацетилгликолевой кислоты	464	181—195
Моноацетат гликоля	606	178—195
Метилциклогексанол	807	170—180
Бензиловый спирт	1767	206
Гликоль	2625	191—200

* I. G. Farbenindustrie, „Lösungsmittel“ (без указания года издания).

** Температуры кипения технического продукта. *Ред.*

При производстве и применении растворителей имеется тройкого рода опасность: 1) от отравления, 2) воспламенения и 3) взрыва.

В рамках настоящей книги более подробно излагаются лишь отравления вследствие вдыхания паров.

При производстве растворителей на крупных предприятиях число несчастных случаев весьма ограничено. Это объясняется в общем большим совершенством современной химической техники, применением закрытой аппаратуры, наличием целесообразно устроенной вентиляции и защитных приспособлений и в немалой степени более высокой подготовкой кадров и лучшей общей организацией производства. Несравненно хуже условия на мелких предприятиях и в мастерских.

Следует различать острые и хронические формы заболеваний. Большинство органических растворителей относится к наркотическим ядам и более или менее тесно примыкает к группе спиртов и хлороформа. Поэтому при вдыхании достаточных количеств появляются состояния возбуждения и спутанности, опьянения и оглушения. Что эти нарушения душевных и телесных функций на производстве могут привести ко всякого рода несчастным случаям, понятно само собой. Упомянем здесь лишь о небезопасности обслуживания машин, о несчастных случаях вследствие падений, попадания в открытые резервуары. Люди, находящиеся под действием оглушающих и наркотизирующих средств, могут нанести большой вред не только себе, но и своим товарищам и всему предприятию. Острые расстройства сознания встречаются в общем лишь в единичных случаях, главным образом в случае накопления в помещениях и хранилищах значительных количеств паров. Наоборот, расстройства здоровья вследствие продолжительного вредного действия паров чрезвычайно многообразны. Вдыхание этих паров часто почти не замечается, иногда даже приятно, как например в случае с эфиром; во всяком случае оно не всегда неприятно. Благодаря этому отсутствуют предостерегающие признаки, иногда же они больше не замечаются вследствие легкого состояния наркоза. Хотя явления острого раздражения слизистых оболочек глаз и дыхательных путей и отсутствуют, они все же могут постепенно развиваться и принять упорный характер. Кроме того вследствие привычного введения вредных веществ со временем возникают также разнообразные расстройства внутренних органов, в особенности нервной системы, весьма чувствительной к ядам. Эти изменения часто напоминают алкоголизм. Наблюдаются все ступени заболевания, начиная с легкой «нервности», повышенной раздражимости, подавленности, пугливости и кончая тяжелыми душевными расстройствами (сероуглерод!). Неправильные диагнозы и объяснения весьма возможны, если врач не распознает причины этих картин заболевания, почти не поддающихся по своему разнообразию описанию.

Угрожающими для жизни могут стать поражения других органов вследствие хронического действия ядов. Назовем известнейший пример заболевания печени благодаря тетрахлорэтану. Опасность однако распространяется не только на отдельные органы, но и на целые группы их, хотя и в различной степени. Все близкие к хлороформу вещества могут в некоторых случаях поражать сердце и прочие органы кровообращения, печень, почки и другие железы.

Кроме поражений вследствие вдыхания паров, мы имеем дело при многих видах работы, в первую очередь при распылении лаков, с введением растворенных веществ (в виде туманов и капелек), смол, искусственных веществ, нитроцеллюлозы, а также соединений свинца.

Следующую весьма распространенную форму заболеваний представляют поражения кожи. С течением времени и нормальная кожа может приобрести повышенную чувствительность в отношении химических и прочих факторов. Профилактика и терапия профессиональной экземы представляет важнейшую задачу охраны труда.

Кроме местного поражения кожи (обезжиривание и обусловленная им повышенная чувствительность к химическим и прочим влияниям) при работе с некоторыми растворителями следует считаться с возможностью отравления вследствие проникания их через кожу. Такое действие яда через кожу наблюдается например у анилина, нитробензола и близких им веществ. Это возможно особенно при обливании одежды. Вредное влияние на здоровье может также оказать применение неподходящих средств для чистки, косметических средств, жидкостей для волос, средств для мытья головы и т. п. Однако такое действие растворителей не является предметом настоящей книги.

Таким образом с токсикологической точки зрения получается, что все без исключения растворители могут вызывать расстройство здоровья и понижение трудоспособности. Это биологическое действие обусловлено в первую очередь теми же физическими свойствами их, благодаря которым они получили применение в промышленности, прежде всего способностью растворять известные вещества и летучестью. Ими обусловлено главным образом введение, распределение и выделение их из организма. Различиями в этих свойствах обусловлены и технические особенности их применения и различное действие на живой организм. Каждое вещество однако отличается еще своим химическим строением, физико-химическими свойствами и обусловленными ими адсорбцией, соединением, химической активностью. На коллоиды, встречающиеся в животном мире и в технике, оказывают также влияние реакции на поверхностях раздела, например изменения поверхностного натяжения воды и водных систем. Поэтому изучение этих взаимоотношений может иметь значение не только для развития техники. Оно может оказаться ценным и важным и для более глубокого познания действия яда. Некоторые смешанные отравления комбинациями растворителей получают вероятно в свете такого рода исследований новое освещение.

Физические свойства могут с некоторым приближением определить основной характер действия яда, хотя и выраженный в различной степени, но качественно представляющийся в известной мере однородным. Но особые черты вещество приобретает дальше, в случае, когда оно активно в химическом отношении. Этим объясняется своеобразное токсическое действие вдыхания паров некоторых определенных растворителей и целых групп веществ. На первом месте в этом отношении стоят некоторые непредельные соединения, вещества с рядом расположенными атомами кислорода и галоида, вещества с двойными связями. Многие вещества, содержащие кислород, галоиды, серу, азот, являются непредельными соединениями. Химически легко реагирующие вещества либо быстро распадаются на безвредные продукты, либо нередко причиняют тяжелые поражения последующими реакциями окисления, отщепления кислоты и т. п. Наоборот, стойкие вещества в общем гораздо менее вредны, оказывают большей частью преходящее действие и не вызывают поражений органов и поздних действий. Разделение растворителей по степени их вредности, начиная со сравнительно безвредных углеводородов ряда бензина до опаснейших представителей метиловых производных — диметилсульфата, бромистого метила и др., тетраэторетана, сероуглерода, нитро-

бензола и т. д., основано на отсутствии или наличии таких специфических особенностей.

Более точная и удовлетворительная классификация растворителей по вредности в настоящее время еще не существует.

По Брюкнеру* все растворители, вызывающие в опытах на животных в концентрации 1—10 мг/л при экспозиции в 1—3 часа симптомы наркотического характера и в дальнейшем тяжелые болезненные явления и смерть, должны выдаваться для общего пользования лишь с соответствующим предупреждением.

Смит и Смит мл.** делят все растворители на три группы: 1) средства, не опасные при обычном распылении и смазывании (по-краске): этиловый спирт, уксусноамиловый эфир, уксуснобутиловый эфир; 2) безвредные в малых концентрациях, но могущие быть вредными при значительных концентрациях: газолиты, скипидар, ксилит; 3) применяемые в современной практике в концентрациях, близких к предельно допустимым: толуол, бутиловый спирт.

Все классификации такого рода мало удовлетворительны и мало достоверны, но имеют в известных условиях некоторое значение. Важнейшую роль в практических условиях наряду с токсичностью играют в первую очередь те концентрации, которые образуются при испарении. Укажем лишь на растворители с «двухфазной токсичностью» по Леману***.

Большое число растворителей крайне огнеопасно, например эфир, бензин, сероуглерод. Эту опасность можно в известной мере устранить соответствующей обработкой разными добавками и противопожарными газами, как углекислота и азот. Не воспламеняющиеся галоидозамещенные углеводороды часто, но не всегда, могут явиться заменителями огнеопасных растворителей. Кроме того преимуществом галоидозамещенных растворителей по сравнению с другими является то, что они не взрывают и не образуют с воздухом взрывчатых смесей.

Предохранительные мероприятия в основном такие же, как и от прочих газов и дыхательных ядов. В отличие от многих газов пары почти всех растворителей ощущаются обонянием. Однако запах предостерегает лишь в исключительных случаях. Обычно быстро наступает понижение индивидуальной чувствительности и вместе с тем равнодушное отношение к опасности. Почти невозможно бороться с заблуждением, будто все ядовитые вещества должны обладать неприятным запахом. Так как приятно пахнущими растворителями охотнее пользуются, то часто для улучшения запаха к ним прибавляют соответствующие вещества. Это может маскировать присутствие ядовитых веществ и облегчить возможность отравлений. Вследствие незнания, а часто даже намеренно заинтересованные лица (работодатели, торговцы и др.) отрицают вред вещества. Именно в области растворителей мы имеем дело с сильным недостатком знаний, главным образом вследствие чрезмерно быстрого развития методов их применения и не в малой степени вследствие сильно возросшего их значения в промышленности. Поэтому необходимо требовать, чтобы наряду с борьбой с незнанием и преодолением издавна

* Brückner, Zentralblatt f. Infekt.-Krankh., 1926, I.

** Smyth a. Smyth jr., Journ. Ind. Hyg. 10, 261 (1928).

*** Lehmann K. B., Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene, S. 135, 233 (1919) (рус. перевод — Леман, Краткий учебник рабочей и профессиональной гигиены, Москва, 1923 г.). См. также прим. ред. на стр. 410.

вкоренившихся ложных представлений при каждом нововведении в технике тщательно проверялась возможная опасность. Это особенно относится к случаям введения в употребление новых растворяющих веществ.

Несмотря на защиту противогазами и другими дыхательными приборами, отсасывающими и вентиляционными установками, вентиляторами, устройством преград при помощи сжатого воздуха и т. п., все же иногда могут встречаться поражения и несчастные случаи, так как именно при пользовании растворителями следует считаться с возможностью возникновения непредвиденных или трудно предусматриваемых обстоятельств. Достаточно упомянуть про ошибки и неправильности в пользовании аппаратами и машинами, изменения в работе тяги и каминов, зависимость распределения воздуха в рабочих помещениях от внутренних и внешних влияний.

Существенный прогресс в борьбе с отравлениями представляют новейшие методы регенерации растворителей. В этом деле имеет величайшее значение «активированный уголь». По данным Общества по тепловой технике Lurgi, во Франкфурте-на-Майне, ежегодно на 150 установках производится рекуперация растворителей в количествах, далеко превышающих 100 млн. кг бензола, газойля и т. д. (метод Байера).

Лучшим средством для предотвращения несчастных случаев является точное, по возможности полное знание опасностей и в первую очередь свойств употребляемых веществ в меняющихся условиях их применения на практике. До этого нам в настоящее время еще далеко. Несмотря на это, мы должны в этой области сделать максимум возможного. Хотя ни один растворитель не может быть совершенно индифферентным, «тем не менее все они могут применяться без опасности для здоровья» (Цангер).

В разных странах имеются многочисленные инструкции по вопросам обращения, применения, хранения, транспортировки растворителей, по очистке резервуаров, работе прачечных, предприятий по очистке и экстракции, по вопросам применения бензольных препаратов для красок, по работе с бензиновыми двигателями, установками для получения бензольного газа (см. выше разделы «Бензол» и др.).

8) Газы в холодильном деле *

В холодильной технике применяются преимущественно аммиак, сернистый ангидрид, углекислота, хлористый метил, хлористый этил. Временно применявшийся из-за благоприятных технических свойств бромистый метил оставлен в связи с имевшими место в Америке случаями тяжелых, часто смертельных отравлений. Относительно рекомендуемого в последнее время в Америке неядовитого будто бы дифтордихлорметана пока у нас опыта не имеется. Применение компрессионных холодильных машин основано на связывании теплоты при расширении или испарении сжиженных газов. В абсорбционных машинах охладитель — жидкий аммиак — испаряется и затем абсорбируется водой. В связи с расширением применения холодильных устройств (электрических шкафов-ледников) в домашнем хозяйстве, необходимо считаться с новыми опасностями при пожарах, взрывах газов и прочих несчастных случаях. Опыт показывает, что часто на эти опасности не обращают должного внимания. Ср. разделы книги по поводу соответствующих веществ.

* Schlegel, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 1925, 31.

Schwarz u. Zangger, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 3, 296 (1929).

Urban, Gasmasken, 94 (1929).

Ниже приводим в качестве примерных предохранительных мер, которые необходимо соблюдать при всяких холодильных установках, правила для аммиачных холодильных установок*:

1. Холодильная установка, включая вентили и трубы, должна быть устроена с небольшими и правильными промежутками, и всякие необходимые починки должны производиться немедленно.

2. Весь обслуживающий персонал должен знать об опасностях, связанных с аммиаком, и о мерах борьбы с ними.

3. Никто не должен спать в помещениях, соединенных с холодильной установкой.

4. Двери из помещения или помещений, в которых находится аппаратура, должны выходить прямо наружу. Само помещение должно быть так расположено, чтобы никакие пары не могли проникать из него в другие части здания или преграждать выход занятым в них лицам. Кроме того на видных местах должны быть вывешены объявления, запрещающие преграждать выходы лесами, тяжелыми препятствующими движению предметами, хотя бы на кратчайшее время.

5. Необходимо иметь противогазы со специальными добавочными патронами для аммиака. Их необходимо хранить в легко доступных местах, но не в помещении, в котором может вытекать аммиак.

6. Каждый рабочий, работающий по ремонту холодильной установки, должен носить у пояса или на шее специальный противогаз для аммиака.

7. Цилиндры для запасов должны быть снабжены особым запорным вентилем, дающим возможность выключать их. Вентиль должен быть так устроен, чтобы его можно было обслуживать вне здания.

См. также извлечение из пост. НКТ СССР о работе холодильных установок на стр. 191.

9) Сжиженные и сжатые газы

В продаже имеются в жидком или сжатом состоянии воздух, азот, кислород, водород, хлор, углекислота, окись углерода, аммиак, сернистый ангидрид, фосген, ацетилен, метан и различные горючие и осветительные газы. Однако кроме них в промышленности имеется еще много других газов в сгущенном виде, например синильная кислота. Во избежание взрыва последнюю необходимо стабилизировать при помощи специальных примесей. По вопросу об обращении с приборами для хранения, транспортировки и т. д. имеются многочисленные инструкции** (ср. стр. 192). Например в баллонах с ацетиленом нельзя применять медь; баллоны для кислорода не следует смазывать или замазывать жирами или маслами; у горючих газов винтовая нарезка должна быть левая, у прочих газов правая. Диаметр нарезки у ядовитых газов также должен иметь определенный размер. Ацетилен должен храниться лишь в резервуарах с растворителем и массой для поглощения. По отношению к кислороду и водороду указаны определенные пределы для посторонних примесей. Само собой понятно, что баллоны, наполненные этими газами, должны быть предохранены от сильного сотрясения и нагревания.

Более точные данные о пользовании, взятии проб, измерительных аппаратах, методе анализа и очистки имеются у Лунге-Берля***; о развитии методов, теоретических основах, производстве — у Дрекса****.

* Henderson-Haggard, Noxious Gases, 1927. (Рус. перевод, стр. 174, Гострудиздат, 1930.)

** Leymann, Arbeitsschützvorschriften im Deutschen Reiche, S. 47, 1927.

*** Lunge-Berl, Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 7 Aufl., Ed. I, Berlin 1921.

**** Muhlert u. Drews, Technische Gase, статья „Verdichtete und verflüssigte Gase“ (Drews), S. 45, 1928.

е) Газы на войне

Мысль о том, чтобы выкуриванием выгонять из гнезд и берлог или уничтожать в них хищников или дичь, появилась несомненно очень рано и быстро была перенесена на войну человека с человеком. Первоначально необходимый дым и чад добывались вероятно большей частью из зеленого дерева, сырой соломой, перьев, песка, смолы, мышьяк и др. В весьма примитивной форме дымы и газы применялись на войне ассирийцами, китайцами, греками в пелопонесскую войну (Фукидид), римлянами (Плутарх), в боях за Византию, арабами во время крестовых походов, венецианцами, войсками (в средние века), осаждавшими замки и разбойничьи «гнезда», голландцами против испанцев у Маастрихта, в новейшее время французами в Алжире в 1850 г. Упоминания о химических способах ведения войны имеются у Леонардо да-Винчи, Лейбница, Глаубера и др. Последний, например, предлагал применять против турок газовые гранаты. Очень давним тактическим приемом является также применение дыма для маскировки. С помощью искусственного дыма шведский король Карл XII форсировал в 1701 г. переход через Двину.

Однако история химической войны в современном ее смысле начинается в империалистическую войну 1914—1918 гг. Первыми применили газы немцы в большой газовой атаке на Ипре 22 апреля 1915 г. Во время этой атаки немцами были выпущены мощные облака хлора из 5700 баллонов. В дальнейшем газы применялись широко на всех фронтах вплоть до окончания империалистической войны.

В итало-абиссинскую войну 1935—1936 гг. итальянские фашисты применили боевые отравляющие вещества, чтобы сломить сопротивление абиссинского народа, боровшегося за свою независимость. В войне против китайского народа японская военщина также применяет отравляющие вещества.

Фашистские агрессоры, готовя мировую бойню, готовят в большом масштабе применение отравляющих веществ.

Литература

Haber, Fünf Vorträge aus den Jahren 1920—1923. Berlin 1924 (есть русский перевод).

Kerschbaum, Die Gaskampfmittel u Schwarte, Die Technik im Weltkriege. Berlin 1920.

Farrow E. S., Gas Warfare. New York 1920 (есть русский перевод).

Hanslian, Der chemische Krieg. 2 Aufl. Berlin 1928.

Meyer, Julius, Der Gaskampf. Leipzig 1925.

Fries a. West, Chemical Warfare. New York a. London 1921. (Русский перевод — Фрайс и Вест, Химическая война, ГВИЗ, 1924.)

Underhill, The letal War Gases. 1920.

Vedder, The Medical Aspects of Chemical Warfare. Baltimore 1925. (Русский перевод — Веддер, Медицинские вопросы химической войны. Ч. I, Харьков 1932.)

Хлопин Г. В., Военно-санитарные основы противогазового дела. Л. 1926.

Дополнительная литература

Линдеман, Токсикология боевых отравляющих веществ, изд. НКЗ, 1928.

Сомовский Н. А., Токсикология боевых отравляющих веществ. Гос. изд. колх. и совх. литер. 1933.

Büschel, Grün- und Gelbkreuz, Hamburg 1932.

Dautrebande, Les gaz toxiques, 1933.

Müller, Die chemische Waffe. Verlag „Chemie“, Berlin 1932.
 Héderer et Istín, L'arme chimique et ses blessures, Paris 1935.
 Lustig, Effetti dei gas di guerra, Milano 1934.
 Sartori, Chimica delle sostanze aggressive, Ulrico Hoepli, 1935.
 Rovidá, I gas irritanti. Siena 1927.

Боевые отравляющие вещества *

Со времени мировой войны вошло в привычку называть просто боевыми газами (отравляющими веществами) все химические вещества, применяемые для боевых целей, т. е. способные поразить противника и вывести его из строя. Их примешивают к воздуху и через него они оказывают в виде газа, пара, тумана или пыли действие на человека и животных. При этом в редких лишь случаях мы имеем здесь дело с газами в научном смысле этого слова. «Химическим нападением» называют применение этих веществ для нападения; меры, принимаемые для защиты, относятся к «противохимической обороне», или «противохимической защите». В науке о вождении войск в бою возникла новая отрасль под названием «химической тактики»; для соответствующих целей был создан новый специальный род войск — «химические войска». Для изучения и разработки новых задач, связанных с химической войной, все крупные воюющие государства организовали у себя научные центры.

Число предложенных и исследованных с военной целью веществ необыкновенно велико; однако на самом деле в большей или меньшей степени применялись из них лишь приблизительно около 50. К концу войны число их упало до дюжины.

Ниже приведен алфавитный список этих веществ.

Важнейшие боевые отравляющие вещества, применявшиеся во время мировой войны

- | | |
|--|--|
| 1. Акролеин | 18. Мышьяк треххлористый |
| 2. Бензил бромистый | 19. Синильная кислота |
| 3. Бензил иодистый | 20. Тиофосген |
| 4. Бромацетон | 21. Трихлорметилхлормеркаптан |
| 5. Бромбензилцианид | 22. Трихлорметиловый эфир хлор-
муравьиной кислоты (дифосген) |
| 6. Бромистый ксилит | 23. Фенарсазингидрохлорид (адамсит) * |
| 7. Бромуксусный эфир | 24. Фосген |
| 8. Бромциан | 25. Фенилкарбиламинхлорид |
| 9. Бутилмеркаптан | 26. Хлор |
| 10. Дихлордиэтилсульфид | 27. Хлорацетон |
| 11. Дихлордиметиловый эфир | 28. Хлорацетофенон * |
| 12. Дибромдиметиловой эфир | 29. Хлористая сера |
| 13. Диметилсульфат | 30. Хлорникрин |
| 14. Дифенилхлорарсин | 31. Хлорвинилхлорарсины (люизиты) * |
| 15. Дифенилдианарсин | 32. Этилдихлорарсин |
| 16. Метиловый и этиловый эфир хлор-
сульфоновой кислоты | 33. Этиловый эфир иодуксусной кис-
лоты |
| 17. Метиловый эфир хлормуравьиной
кислоты | |

Вещества, отмеченные звездочкой, не успели найти применения, но часто упоминаются в литературе (и имеют шансы быть примененными в будущей войне. — Ред.).

Вместо научных названий в военное время употреблялись сокращенные названия, первоначально применявшиеся так же, как условные

наименования с целью засекречивания. Так как эти названия вошли также в литературный обиход, мы приводим важнейшие из них.

Военные названия и условные наименования боевых отравляющих веществ*:

Адамсит	Фенарсазингидрохлорид
Аквинит (Ф)	Хлорпикрин
B-Stoff (Г)	Бромацетон и бромированные кетоны
Bn-Stoff (Г)	Бромметилэтилкетон
Ве-гранаты (Ав)	Бромацетон
Бертолит (Ф)	Хлор
Винсенит (Ф)	Треххлористый мышьяк + синильная кислота
Витрит (Ф)	Хлорциан + треххлористый мышьяк
Гомомартонит (Ф)	Бромметилэтилкетон
Горчичный газ (Г и Ав)	Дихлордиэтилсульфид
D-Stoff	Диметилсульфат (после фосгена в минах)
DA-Stoff	Дифенилхлорарсин
DM-Stoff	Фенарсазингидрохлорид
Дик (Г)	Этилдихлорарсин
Дифосген	Трихлорметилловый эфир хлормуравьиной кислоты
Желтый крест (Г)	Дихлордиэтилсульфид, частью также этил- дихлорарсин, дихлордиметилловый эфир
Зеленый крест (Г)	Хлорпикрин, дифосген, частью также этил- дихлорарсин, этилдибромарсин, дихлордимети- ловый эфир, бромметилэтилкетон
Иприт (Ф)	Дихлордиэтилсульфид
Камит (Ф)	Бромбензилцианид
Кампизелит (И)	Бромциан + бромацетон
Кларк I (Г)	Дифенилхлорарсин
Кларк II (Г)	Дифенилцианарсин
Колонгит (Ф)	Фосген
K-Stoff (Г)	Метилловый эфир хлормуравьиной кислоты
Клопп (Г)	Хлорпикрин
Лавримит	Тиофосген
Люизит (Ам)	Хлорвинилхлорарсины
Лост (Г)	Дихлордиэтилсульфид
Манганит (Ф)	Синильная кислота — треххлористый мышьяк
Марсит (Ф)	Треххлористый мышьяк
Мартонит (Ф)	Бромацетон (и бромированные кетоны)
Могнит (Ф)	Хлорциан
N-C-смесь	Хлорпикрин + четыреххлористое олово
Ni-Stoff	Диангизидин
Опасит (Ф)	Четыреххлористое олово
Палит (Ф)	Монохлорметилхлорформат
Папит (Ф)	Акролен
Per-Stoff (Г)	Дифосген
Рационит (Ф)	Диметилсульфат
Синий крест (Г)	Дифенилхлорарсин и дифенилцианарсин
Стернит (Ф)	Дифенилхлорарсин и дифенилцианарсин
Сюперпалит (Ф)	Дифосген
Сюрпалит (Ф)	Дифосген
T-Stoff (Г)	Ксилилбромиды
F-Stoff	Четыреххлористый титан
C-Stoff (Г)	Метилловый эфир хлормуравьиной кислоты
C. A.-Stoff	Бромбензилцианид
CG-Stoff	Фосген
CN-Stoff	Хлорацетофенон
Циклит	Бромистый бензил
Се-гранаты	Бромциан

Классификация боевых отравляющих веществ. Боевые отравляющие вещества можно классифицировать с различных точек зрения:

* Стоящие после названий (в скобках) буквы означают: Ам — американцы, Ан — англичане, Ав — австрийцы, И — итальянцы, Г — немцы, Ф — французы. (Там, где соответствующих букв нет, приведены преимущественно немецкие названия. — Ред.)

1. Химической: галоиды, хлорангидриды кислот, галоидо-замещенные сложные эфиры, кетоны, углеводороды, арсины, цианистые соединения и т. д.

2. Физической: газы, пары, туманы и т. д.; летучие, мало летучие вещества.

3. Фармако-токсикологической: местно раздражающие вещества; резорбтивно действующие яды, удушающие, клеточные яды без первичного раздражающего действия, кровяные яды, нервные яды.

4. Военной: наступательные отравляющие вещества без длительного действия (нестойкие ОВ), оборонительные отравляющие вещества с длительным действием (стойкие ОВ).

Наконец вместо всех этих принципов деления было избрано общепонятное обозначение, основанное на характернейших, но ни в коем случае не единственных признаках, а именно:

Слезоточивые: хлорпикрин, бромацетон, бромбензилцианид, хлорацетофенон.

Чихательные: дифенилхлорарсин, адамсит и родственные.

Кожно-нарывные: иприт, люизит и некоторые другие мышьяковистые соединения.

Удушающие (раздражающие органы дыхания): хлор, фосген, дифосген и др.

Общетоксические («нервные яды», «оглушающие газы»): синильная кислота и ее производные и окись углерода.

Важнейшие в военном отношении типы боевых отравляющих веществ соответствуют следующим трем группам, получившим название по внешним признакам снарядов:

1. Группа зеленого креста. Главной составной частью их являлись смеси сильно действующих легочных ядов группы фосгена с раздражающими, как хлорпикрин, бромацетон и т. п. Они служили преимущественно для отравления больших площадей на много квадратных километров (образование «газового болота» артиллерией, газо- и минометами). Самые сильно действующие раздражающие вещества данной группы уже в десятитысячных долях миллиграмма на литр воздуха вызывают сильное слезотечение, лишаящее противника боеспособности. Эти незначительные, достаточные для раздражающего действия концентрации в общем безвредны. Лишь вдыхание более высоких концентраций вызывает часто легочные заболевания, протекающие со смертельным исходом.

2. Группа синего креста. Тип «агрессивных» снарядов. Мышьяковистые соединения, обладающие незначительной летучестью, как дифенилхлорарсин и близкие к нему соединения, сильнейшим образом раздражают дыхательные пути и вызывают чихание, кашель, рвоту, действуя в количествах, равных сотым частям миллиграмма*. Смертельные отравления встречаются редко. Большое практическое значение имело их свойство проникать в виде дыма через обычно употреблявшиеся на войне (угольные) противогазы. Благодаря этому они вынуждали противника снимать противогаз и подвергаться одновременному действию других отравляющих веществ (снаряды «смешанного креста»).

* Здесь видимо дана абсолютная доза. Как мы уже указывали выше (стр. 232), цифры, указывающие абсолютное количество действующего вещества без указания концентрации и экспозиции, не могут дать точной характеристики токсичности веществ, действующих при ингаляционной аппликации. Ред.

3. Группа желтого креста (группа горчичного газа), главным образом иприт: тип отравляющего вещества, служащего преимущественно для целей обороны. Вещества желтого креста обладают лишь слабым запахом и не оказывают непосредственно раздражающего действия. Заметное действие начинается лишь через много часов; и распространяется на глаза, органы дыхания и кожу. Важнейшее значение имеет их стойкость. В зависимости от погоды эти вещества, отличающиеся малой летучестью, сохраняются в течение многих недель (точнее, дней — ред.) на зараженной местности, а в закрытых помещениях — иногда месяцами.

Действие отравляющих веществ в поле зависит не только от степени раздражающего и токсического действия, но и от достижимой концентрации и продолжительности сохранения вещества в полевых условиях («стойкости»).

Боевые отравляющие вещества подразделяются обычно, в зависимости от характера действия, на относительно безвредные раздражающие вещества, с быстро проходящим действием, и собственно отравляющие вещества, вызывающие тяжелые и стойкие поражения, а также смертельные отравления.

Как показал опыт войны, оценка действия отравляющих веществ в полевых условиях, т. е. при применении преимущественно на открытом воздухе, может быть совершенно иной, чем в условиях мирного времени и в лабораторной обстановке. Так, применявшаяся французами на войне в течение долгого времени в больших количествах синильная кислота оказалась практически не действующей.

Требования, предъявляемые к отравляющим веществам, применяемым для боевых целей, относятся прежде всего к их химическим, физическим и токсикологическим свойствам. Кроме того имеют значение многочисленные технические и экономические соображения. Отсюда понятно, что из многих тысяч известных сильно действующих химических веществ признаны до сих пор годными для военных целей лишь около тридцати.

Все неорганические вещества, кроме хлора, употреблявшегося при газовых атаках, оказались до сих пор неприменимыми как боевые отравляющие вещества. Органические боевые отравляющие вещества, наряду со способностью химически воздействовать на живой организм, обладают рядом необходимых физических свойств. Они отличаются чаще всего резко выраженной способностью к соединению, ненасыщенной валентностью, наличием определенных активных элементов и групп. Применение в поле требует еще кроме того известной стойкости по отношению к кислороду воздуха, воде и водяным парам и прочим атмосферным влияниям.

Решающее значение на характер применения оказывают летучесть и связанные с ней упругость пара и точка кипения. Кроме того известное значение имеет также скорость испарения, а у мало летучих боевых отравляющих веществ еще и точка плавления. Испарение зависит от упругости пара и точки кипения. У веществ с высокой точкой кипения и малой летучестью физические константы имеют важнейшее значение при необходимости превращения их в пар, туман, дым, капельное состояние. Желательно, в общем, чтобы вещества, применяемые в газообразном состоянии, обладали значительной плотностью, благодаря чему они могли бы дольше держаться внизу, ближе к земле, особенно в низких местах. По этой причине синильная кислота и окись углерода почти неприменимы в качестве боевых отрав-

вляющих веществ*. Важнейшее значение имеет растворимость, не только с точки зрения действия на организм, но и с точки зрения применения в снарядах и т. п. Коэффициент распределения, способность к адсорбции и диффузии также имеют не только токсикологическое значение, но и техническое, например для противохимической защиты.

По своему фармакологическому действию боевые отравляющие вещества в преобладающей своей части относятся к местно раздражающим веществам. Эта группа охватывает очень разнородные вещества, отличающиеся весьма различной степенью действия на чувствительные нервы слизистых оболочек, на центральную нервную систему, а также по действию на сосудистую систему и более или менее резко выраженному общетоксическому действию на клетки. Разнообразный характер их применения основан именно на различиях в указанных свойствах. Например иприт, который почти не оказывает непосредственно раздражающего действия, но зато обладает длительным токсическим действием на клетки, особенно пригоден для целей обороны. Наоборот, вещества с сильным, наступающим немедленно, хотя и быстро проходящим, раздражающим действием являются лучшими боевыми средствами для наступления.

У Хлопина имеется сравнительная таблица ядовитого действия боевых отравляющих веществ, в которой действие хлора принято за единицу.

Токсическое действие боевых отравляющих веществ

(токсичность хлора = 1)

Хлористый сульфурил	0,16
Хлористый хромил	0,3
Бром	0,5
Монохлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты	0,8
Метиловый эфир хлорсульфоновой кислоты	0,8
Трихлорэтилмеркаптан	1,0
Хлор	1,0
Эфир иодуксусной кислоты	1,3
Бромистый эфир броммасляной кислоты	1,4
Треххлористый мышьяк	1,5
Трихлорэтиловый эфир хлормуравьиной кислоты	1,6
Хлоркриан	2,2
Этиловый эфир хлормуравьиной кислоты	2,6
Метиловый эфир хлорсульфоновой кислоты	2,5
Метиловый эфир муравьиной кислоты	2,6
Метиловый эфир хлормуравьиной кислоты	3,0
Бромпропионовая кислота	3,3
Иприт	8,0
Хлорциан	13,5
Дифосген, технически чистый	16,0
Синильная кислота	16,5
Дифосген очищенный	27,0
Иприт (по американским данным)	15—30

Приведенная на стр. 676 таблица дает картину раздражающего действия боевых отравляющих веществ на доступные их действию слизистые оболочки человека.

В приведенной ниже табличке показаны непереносимые концентрации. Гораздо меньшие концентрации нужны для того, чтобы в той

* Несмотря на данные соображения и отрицательный опыт мировой войны, применение тем или иным путем синильной кислоты в будущей войне в качестве боевого отравляющего вещества нельзя считать исключенным. Ред.

Непереносимые для человека концентрации некоторых раздражающих веществ *

(Минимальная концентрация, непереносимая для нормального человека в течение более чем одной минуты)

	В 1 м ³ воздуха		В 1 м ³ воздуха
Дифенилцианарсин	0,25 мг	Метилловый эфир бромуксус-	
Дифенилхлорарсин	1—2 "	ной кислоты	45 мм ³
p-Нитродифенилхлорарсин	2,5 "	Этиловый эфир хлорсульфо-	
α-Нафтилдихлорарсин	5 "	новой кислоты	*50 "
Этиларсиноксид	5—7 "	Хлорциан	>50 "
Этилдихлорарсин	5—10 мм ³	Хлорпикрин	60 "
Метиларсиноксид	>5 "	Этиловый эфир нодуксусной	
Цианистый какодил	10 "	кислоты	60 "
Фенилдихлорарсин	10 "	Акролеин	70 "
Иодистый бензил	15 "	Хлорированные метиловые	
Бромистый ксилл	15 "	эфиры муравьиной кислоты	75 "
Хлористый какодил	20 "	Этиловый эфир бромуксусной	
Метилдихлорарсин	25 "	кислоты	80 "
Окись какодила	30 "	Хлористый бензоил	85 "
Бромацетон	30 "	Бромциан	85 "
Фенилкарбиламиндихлорид	30 "	Хлорацетон	>100 "
Метилловый эфир хлорсульфо-		Иодацетон	>100 "
вой кислоты	30—40 "	Треххлористый мышьяк	>100 "
Бромистый бензил	35—40 "	Хлор	>120 "
Аллиловое горчичное масло	40 "	Аммиак	>500 "

или иной степени лишить боеспособности незащищенного бойца. Это показывает следующий ряд цифр:

Минимальные концентрации, достаточные для того, чтобы вызвать слезотечение (в мг/л)

Бромбензилцианид	0,0003	Бромистый бензил	0,004
Мартонит (бромистые кетоны)	0,0012	Бромметилэтилкетон	0,011
Этиловый эфир нодуксусной кислоты	0,0014	Хлорацетон	0,018
Бромацетон	0,0015	Хлорпикрин	0,019
Бромистый ксилл	0,0018		

Данные такого рода ни в коем случае не могут претендовать на безусловную достоверность и точность. Основанные на опытах на животных данные военной литературы иногда резко расходятся друг с другом в зависимости от вида подопытных животных, условий опыта и объема их. Однако имеется единодушное заключение, что хлор является боевым отравляющим веществом со сравнительно незначительным токсическим действием. Большинство употреблявшихся на войне веществ действует во много раз сильнее его. Гораздо сильнее его действует фосген и особенно иприт, являющийся бесспорно наиболее действительным боевым отравляющим веществом (ср. «Специальную часть»).

В техническом отношении с точки зрения наполнения снарядов (и др. оболочек) имеет особенно важное значение отношение к металлу, стойкость при взрыве, прочность при хранении, отсутствие реакции в смеси с другими боевыми веществами или прочими добавляемыми веществами.

* Flury, Ztschr. exper. Med. 13, 567 (1921)

Нет нужды подробнее останавливаться на том, что при решении многих вопросов, связанных с добыванием сырья и исходных материалов, массовым производством, наполнением снарядов, хранением на складах, транспортом, приходится решать ряд труднейших проблем.

О количествах боевых отравляющих веществ, произведенных и израсходованных в мировую войну, имеются очень немногочисленные и, главное, неподлинные официальные данные. Все же из разрозненных данных можно получить представление о большом расходе их.

Один лишь Эджвудский арсенал в США произвел в 1918 г. (Фрайс и Вест):

Жидкого хлора	2470 т	Фосгена	1465 т
Газообразного хлора	1000 "	Иприта	645 "
Хлорпикрина	2520 "		

К концу войны суточная добыча иприта должна была быть доведена до 150 т. Новая установка для хлора должна была давать 1000 т хлора в сутки.

Во Франции было произведено во время войны:

Хлора	24 000 т
Фосгена	16 000 "
Иприта	2500 "

Расход боевых отравляющих веществ у англичан на одни лишь газовые атаки, газометы и химические мины исчислялся в 5700 т.

По американским данным в Германии во время войны было произведено

Дифосгена	12 000 т	Иприта	4 800 т
Фосгена	10 682 "	Дифенилхлорарсина	3 000 "
Хлорпикрина	7 127 "		

Эти цифры однако не охватывают всех германских заводов.

Осенью 1916 г. немцы на одни лишь газовые атаки израсходовали от 400 до 500 т боевых отравляющих веществ. К концу войны немцы производили ежемесячно 600 т веществ синего креста, на которые расходовался весь имевшийся в Германии мышьяк, кроме того производство иприта равнялось 1000 т в месяц.

По расчетам союзников немцы в июле 1917 г. в течение 10 дней израсходовали 2500 т боевых отравляющих веществ в химических снарядах, число которых превысило миллион; для подготовки наступления в марте 1918 г. против одной лишь третьей английской армии ими было выпущено 250 000 ипритных снарядов.

Этих цифр достаточно, чтобы показать, как велик был расход веществ. Он далеко превышает 100 000 т, израсходованных против неприятеля в виде многих миллионов снарядов. Что означает это количество яда, можно выяснить из того, что одной лишь тонны боевых отравляющих веществ по теоретическому расчету достаточно, чтобы убить 10 млн. чел. При этом смертельная доза принята равной 0,1 г.

Химическая война

Условия и основы химического боя не исчерпываются лишь одними свойствами боевых отравляющих веществ и целесообразным их применением. Больше всех прочих методов борьбы он зависит от условий погоды. Температура воздуха, ветры, солнечный свет, осадки

оказывают громадное влияние на распределение и движение боевых газов. В теснейшей связи с метеорологическими условиями находится характер местности на зараженном участке. Легко понять, что неровности и особенности почвы, водные поверхности, леса и вообще растительность в зависимости от погоды оказывают сильнейшее влияние на состояние боевых отравляющих веществ. Остатки боевых отравляющих веществ образуют на местности опасные «очаги заражения», в то же время в сильно зараженном участке в отдельных местах могут образоваться свободные от отравляющих веществ участки в виде «островов».

Цели химической войны охватывают как нападение, так и отражение его и оборону. Противник прежде всего должен быть сделан небоеспособным, вытеснен из защищенных мест, в случае необходимости обращен в бегство. Целые боевые части могут быть выведены из строя благодаря действию боевых отравляющих веществ при заражении местности. В особенности могут быть расстроены и задержаны планы наступления; батареи приведены к молчанию. Заражение боевыми отравляющими веществами делает целые участки, подходы, пути, позиции непроходимыми и недоступными для пребывания («химические заграждения»). Вследствие этого противник вынужден отступить из зараженной местности или отказаться от занятия таких участков. Благодаря дальнему действию артиллерии заграждение может быть создано далеко в тылу, например для того, чтобы воспрепятствовать подходу резервов.

Нет возможности здесь излагать подробно способы химического нападения, ставшие очень сложной отраслью современной военной науки. Основной целью их является либо образование газовой волны, либо «заражение» участка местности жидкими или твердыми боевыми отравляющими веществами. Для этого стремятся создать в районе расположения противника возможно более высокие концентрации боевых отравляющих веществ. Успеху содействуют внезапность нападения — «маскировка», т. е. прикрытие газовой волны туманом или дымом, применение боевых отравляющих веществ, не вызывающих заметного раздражающего действия, или веществ, проникающих через противогазы и заставляющих снимать их (раздражающие). Следующим основным требованием является также массовый характер действия. Были также попытки ослабить химическую защиту врага и создать в нем чувство неуверенности путем последовательного применения различных отравляющих веществ или применением их смесей, «смешанный обстрел» (Buntschiessen).

Способы химического нападения могут быть трех родов: газопуск, стрельба и применение отравляющих веществ с воздуха. При газопуске выпускают сразу из большого количества баллонов сгущенный хлор, большей частью в смеси с фосгеном или хлорпикрином, и с помощью ветра направляют широкой волной на неприятеля. Этот метод впервые был применен немцами на Ипре, а затем применялся и союзниками. В сражении на Сомме на немецкие позиции было в несколько дней выпущено около 2000 т хлора и фосгена. Несмотря на первоначально достигнутый большой успех, этот метод был немцами в дальнейшем ходе войны заброшен ввиду больших технических трудностей, а также опасности (для своих войск — ред.) и ненадежности его. Кроме того благодаря усовершенствованию противогазов метод этот становился все менее действительным.

Стрельба боевыми отравляющими веществами может производиться артиллерией, минометами и газометами. Газометный залп про-

изводится с помощью электричества, причем из газометов выбрасываются большие металлические мины (типа малых баллонов) с боевыми отравляющими веществами. Выбрасывание 1000 мин доставляет на позиции противника сразу около 20 000 кг боевых отравляющих веществ, создавая очень высокие концентрации. Артиллерийская стрельба является в настоящее время важнейшим средством, имеющим большое будущее, благодаря наибольшей дальности действия и сравнительной меткости попадания. Химические снаряды во многих случаях по действию превосходят разрывные, например при задании выбить противника из определенных участков. Ручные и ружейные химические гранаты особого значения не имели.

Прочие отравления газами на войне

Кроме боевых отравляющих веществ, большое количество жертв дали и другие газы. На фронте подавляющее большинство отравлений дала окись углерода. Здесь к известным многочисленным причинам из повседневной жизни прибавилось много новых причин. Так, роковое значение для многих имели работы на моторах в шtolьных и подземных строениях, в туннелях, ямах и т. п.; бесчисленное количество солдат погибло благодаря газам, образовавшимся при взрывах. Минная война, обширные подрывы позиций врага, ужасающие взрывы складов, снарядов, распространение газов, образующихся при взрывах снарядов, по окопам, позициям, в бетонных сооружениях, укрепленных домах, — все это в громадной степени увеличило число отравлений газами. Нельзя также недооценивать частых случаев смерти от угара в окопах, на позициях и в прочих примитивных убежищах, особенно при отоплении помещений, не имеющих тяги, дровами или подобным топливом, могущим давать незаметный для глаз дым. Та же судьба постигала часто части, расположенные в разрушенных строениях.

По сравнению с ужасающими потерями от газов на войне, в том числе и от окиси углерода, бледнеют самые тяжелые катастрофы мирного времени. К последним относится катастрофа в Куррьер (Франция) в 1911 г., представляющая вероятно величайшую в истории всех времен катастрофу в горной промышленности, потребовавшую около 1200 жертв.

Издавна известное применение дыма или тумана для военных целей представляет также токсикологический интерес. Применяются они частью для маскировки, частью же в смеси с раздражающими или отравляющими веществами. Важное значение имеет также применение дымов для пробивки противогазов. Чем мельче частицы дыма, тем более он подходит для этой цели.

Диаметр отдельных твердых частиц дыма равен в среднем 10^{-4} см, между тем как содержащиеся в дыму газы имеют частицы молекулярной величины. Наиболее стойким является дым, состоящий из возможно меньших частиц сухих, мало летучих и не гигроскопичных твердых веществ.

В отношении действия на человека на первом месте стоят содержащиеся мышьяк вещества, образующие дымы и туманы, прежде всего дифенилхлорарсин, дифенилцианарсин и адамсит. В полевых условиях в результате их действия наступают явления резкого раздражения слизистых оболочек, в связи с этим временное лишение боеспособности; лишь в редких случаях они вызывают стойкое поражение или даже смертельное отравление (см. выше соответствующие главы).

Искусственное задымление на поле боя приобрело громадное распространение благодаря введению химических дымообразующих веществ — серного ангидрида, хлористого цинка, хлорсульфоновой кислоты, четыреххлористого олова, четыреххлористого кремния, четыреххлористого титана, фосфора и содержащих фосфор смесей. Этому развитию способствовали также наблюдения и опыты по газопуску. Дым выпускается либо из специальных резервуаров, либо создается путем метания и стрельбы минами, бомбами и гранатами. В послевоенное время согласно литературным данным и сообщениям печати разработаны методы создания дымовых завес и туманов самолетами, танками и особенно военными судами.

Для этой цели получили применение как будто и выхлопные трубы двигателей. В войне на море эти методы должны повидимому сыграть большую роль. Можно предвидеть широкое развитие задымления, если учесть возможность выпуска дыма не только с палубы, из дымовых труб, из выхлопных труб моторных судов, но и из особых не связанных с судами пловучих, движущихся или закрепленных резервуаров (буев) и наконец с воздушных шаров и самолетов*. Дымы и туманы являются также весьма действительными вспомогательными средствами при береговой обороне.

В различных отраслях военного хозяйства также обнаружались новые до сих пор неизвестные опасности: стоит лишь упомянуть про методы борьбы с вредителями для охраны запасов продфуража, про современные методы борьбы с эпидемиями и эпизоотиями с помощью ядовитых газов.

В тылу воюющих стран на военных заводах имелось громадное количество заболеваний и несчастных случаев. Необычайно велико было в то время число заболеваний, вызванных взрывчатыми веществами, чему способствовали ненормальные условия труда, вовлечение в работу женщин, необученных и непригодных для данной работы лиц, недоедание, продолжительность рабочего дня и т. д.

Вероятно не было ни одной участвовавшей в войне страны, в которой не происходили бы тяжелые катастрофы, вызванные взрывами.

Далее производство боевых веществ, особенно наполнение снарядов, было причиной многочисленных поражений во всех воюющих странах. В Эджвудском арсенале в течение одной половины 1918 г. отмечено 925 случаев заболеваний, из них от одного лишь иприта 674 случая (Ф а р р о у).

Опасности отравления газами на военных кораблях

Опасность отравления газами на военных кораблях частью совпадает с опасностями, имеющимися на торговых судах. Прежде всего это относится к окиси углерода, об образовании которой при неполадках в топках, при дефектах отопления, неисправности моторов и т. п. было уже сказано в другом месте этой книги. Наравне с углем и жидкие горючие вещества могут иногда давать этот опасный газ. Сюда следует добавить опасность отравления газами при работах в мастерских, с электрическими батареями, с холодильниками. Если своевременно не опорожнить закрытых резервуаров для стоков и т. п., то происходит накопление значительного количе-

* Walton y Vedder, Medical Aspects of Chemical Warfare, стр. 264, 1925 (рус. перевод, изд. „На впрт“, 1932).

Hansli an, Der chemische Krieg, 2 Aufl., S. 314, Berlin 1928.

ства газов разложения, вызывавших на военных кораблях тяжелые отравления сероводородом. Пожары нередки и в мирное время на кораблях. Так как газы большей частью образуются на кораблях в закрытых помещениях, здесь имеется большая опасность отравлений газами дымов и не в последнюю очередь также благодаря новейшим средствам огнетушения. На военных кораблях, имеющих много отсеков и отделений, удаление остатков газа после газации кораблей, проводимой для борьбы с насекомыми и крысами, или дезинфекции представляет большие затруднения, чем на торговых судах, имеющих просторные помещения для грузов (трюмы). Однако все эти опасности отравлений газами отступают на задний план по сравнению с тяжелыми поражениями, вызываемыми газами, образующимися при разложении, медленном сгорании и взрывах огнестрельных припасов, взрывчатых веществ и прочих материалов, способных давать взрывы.

При этом часто, например при происшествии на складах (в погребах), образуются громадные количества крайне опасной газовой смеси, состоящей в основном из окиси углерода и окислов азота. Во время мировой войны потери от газов в британском флоте большей частью происходили от подобных причин (Веддер). Процент потерь от газов во всех морских боях (большими и умеренными) был весьма значителен. Особенности устройства помещений на военных кораблях не только способствуют накоплению больших концентраций газов в определенных местах, но и дальнейшему их распространению по другим помещениям. Во время боев большие количества газов концентрируются в орудийных башнях и в других закрытых помещениях.

В военной литературе вопрос о химической войне на море неоднократно дискутировался. Во время мировой войны кроме дымов и туманов, служивших для целей маскировки, боевые химические вещества (газообразные) во флоте не применялись. В морских кругах вопрос о газовой войне на море в настоящее время серьезнейшим образом изучается. Здесь, естественно, основные законы химической войны совершенно другие, чем на суше. Широкая водная поверхность, с ее особыми метеорологическими условиями, не является, пожалуй, особенно благоприятной для успешного применения газовых облаков на больших расстояниях против подвижных целей. Эффективность применявшихся до сих пор химических снарядов повидимому значительно уступает бризантным снарядам морской артиллерии.

В случае химического нападения для кораблей складываются весьма неблагоприятные условия. Изолированное положение судна, отдаленность его от оперативной базы, трудность смены и снабжения пополнением, а также и защитными средствами, в особенности же скопление большого количества людей на небольшом пространстве, разделение корабля на большое количество отделений, зачастую изолированных от внешнего воздуха, — все это создает множество исключительных трудностей. Повреждение корабля снарядами, разрушение его важных частей, заражение отравляющими веществами питьевой воды, продуктов и необходимых предметов снаряжения, — все это по своим последствиям значительно тяжелее на море, чем на суше. По вентиляционным приспособлениям и другим путям газы могут распространиться в различные помещения, а при благоприятных обстоятельствах они могут даже заполнить большую часть корабля. Ясно, что при недостаточной противохимической защите и при отсутствии хороших приспособлений для общей фильтрации

всасываемого в судовые помещения воздуха, даже обычное раздражающее вещество может иногда вызвать опаснейшее замешательство.

Весьма вероятно, что в будущем, с введением новых веществ и новых методов их применения, морская война приобретет совершенно иной характер. В первую очередь согласно американским данным (Вальтон и др.) будут применены водоустойчивые вещества с длительным действием и среди них вещества, быстро и сильно действующие на кожу и на слизистые оболочки; кроме того, учитывая герметичность помещения корабля, повидимому, вновь будут предложены многие вещества с быстро оглушающим действием (типа синильной кислоты — ред.), которые до сих пор считались негодными в сухопутной войне. Если учесть необыкновенное разнообразие ведения морской войны, то трудно предвидеть все методы применения боевых отравляющих веществ. Следует лишь напомнить о вероятных нападениях на тактически важные морские опорные базы, на стоящие на якоре корабли, на заражение гаваней, бухт и пристаней, на отражение попыток высаживания десантов. Благодаря возможности применения химического оружия самолетами, артиллерией, торпедами, минами, приборами для дымообразования, благодаря применению движущихся газовых резервуаров и судов, управляемых на расстоянии, без экипажа, для морской войны в будущем открываются неограниченные возможности.

Воздух подводных лодок

Условия на подводных лодках требуют специального разбора. Большую роль, с точки зрения возможности пребывания на подводных лодках, играет состав воздуха. Наряду с обычными главными составными частями воздуха, как кислород, азот, углекислый газ и водяные пары, здесь должны быть учтены и образующиеся посторонние газы, как водород, хлор, мышьяковистый и сурьмянистый водород, моторные газы и пары (бензин, тазолин и др.) и окись углерода. Выделяющиеся из батарей капли серной кислоты также могут оказать весьма вредное влияние на экипаж*.

Так как люди, пребывающие в закрытых помещениях, поглощают в течение длительного времени кислород из воздуха, то содержание его в воздухе постепенно уменьшается. Организм, физиологически приспособившись, может как бы привыкнуть к некоторому недостатку кислорода, так что дыхание в такой атмосфере протекает известное время без особых затруднений. Наоборот, быстрое изменение содержания кислорода ведет к известным явлениям, которые наблюдаются и при горной болезни. Лишь при содержании кислорода в 15—16% частота дыхания заметно повышается, при 7% она в два раза больше, чем в норме, а при 6%, примерно, через полчаса наступает коллапс. В этом отношении однако, если судить по альпинистам и летчикам, имеются значительные индивидуальные различия. В Америке принято, что процент кислорода в подводных лодках не должен быть ниже 17. Дача кислорода быстро ликвидирует затруднения при дыхании; при внезапной даче чистого кислорода наблюдаются явления, напоминающие опья-

* Du Bois, Eugene F., Physiology of Respiration in Relationship to the Problems of Naval Medicine III. Submarine Ventilation. U. S. nav. med. Bull. 26, № 2 (1928).

нение. (Ср. разделы «Общая физиология» и «Расстройства, вызываемые дыханием в атмосфере с измененным и ненормальным составом».)

Вдыхание чистого кислорода безвредно. Ввиду опасности взрывов подводные лодки возят с собой не сжатый кислород, а жидкий воздух. (Ср. раздел «Кислород».)

Вопрос об углекислом газе оказался гораздо более серьезным, чем проблема кислорода. Насыщение воздуха углекислотой на подводных лодках требует постоянного удаления ее или, точнее говоря, уменьшения содержания ее в воздухе. Согласно американским опытам, проведенным на подводных лодках, уже при содержании 2% углекислоты заметно учащается дыхание, но лишь при 3% наступает уменьшение объема дыхания; при 4—5% дыхание учащается вдвое и приобретает очень затрудненный характер; при 5% ощущается сильное недомогание. Здесь также отмечаются резкие индивидуальные различия в состоянии. У слабых субъектов уже при 6% наступает коллапс, в то время как более сильные могут еще в течение длительного времени оставаться при покое в атмосфере с содержанием от 7 до 9% углекислоты. В общем следует сказать, что здоровый человек в состоянии в течение нескольких часов пребывать в атмосфере с содержанием углекислоты в 6—8%, но из-за резкого усиления дыхательной деятельности он сильно страдает. В то время как в обыденной жизни содержание в воздухе 0,07% углекислоты уже считается неприятным, экипажу подводных лодок приходится выносить в течение длительного времени приблизительно 2% ее. Вдыхание такой концентрации углекислоты часто вызывает головные боли. Лучшим средством, абсорбирующим углекислоту, является жидкая калийная щелочь. В подводных лодках применяется для этой цели особый твердый гранулированный препарат натронной извести. Великолепно также действует перекись натрия, одновременно абсорбирующая углекислоту и выделяющая кислород; применение ее однако весьма опасно. На практике, для того чтобы преждевременно не исчерпать абсорбирующих средств, экипаж примиряется с трудностями от избытка углекислоты так долго, как только это возможно. К тому же работа воздушных насосов, сопровождаемая значительным шумом, на близком от неприятеля расстоянии сопряжена с опасностями.

Водяные пары сами по себе безвредны, но как уже было упомянуто, они, в особенности при высокой температуре, могут стать исключительно неприятными. Там, где люди в течение длительного времени находятся в теплых закрытых помещениях, влажность воздуха, наряду с высокой его температурой и примесью разных пахучих веществ, оказывается главным виновником плохого самочувствия. Во всяком случае опасность накопления углекислоты в воздухе общественных помещений в значительной степени преуведичена. В состоянии покоя человек отдает приблизительно в час 30 г воды, при работе — значительно больше. Таким образом в подводных лодках уже благодаря одному лишь пребыванию людей накапливается за день много литров воды. Сюда следует добавить еще и пары, получающиеся от батарей и машин, а также и при варке пищи. Самый простой способ их удаления — это сгущение их путем соприкосновения с холодными металлическими частями. Химически абсорбирующие средства вряд ли могут быть применены в данных условиях.

Удаление водорода, выделяющегося из батарей, должно производиться не столько из гигиенических соображений, сколько ввиду опасности взрыва. Водород сжигается при помощи катализа-

торов на специальных лампах. Воздух, содержащий 4% водорода, может гореть; большее содержание его в воздухе представляет уже опасность при образовании искр. Поэтому на подводных лодках не допускается содержание водорода выше 2%.

Из вредных газов в первую очередь необходимо учитывать хлор. Он может образоваться электролитическим путем при проникновении морской воды в батареи и электрические аппараты. Наличие его в воздухе вызывает сильное раздражение слизистых оболочек. Для удаления хлора служит натронная известь. Кроме того, он может быть абсорбирован противогАЗами.

Неоднократно отмечалось появление мышьяковистого водорода. Источником его служат главным образом содержащие мышьяк металлические части батарей и химикалии (серная кислота). Для обнаружения мышьяковистого водорода в американском флоте применяются реактивные бумажки, пропитанные хлорной или бромной ртутью. Для удаления его пользуются теми же аппаратами, при помощи которых каталитическим путем сжигают водород. Все материалы на подводных лодках должны быть свободны от мышьяка.

Иногда наряду с мышьяковистым водородом может образоваться и сурьмянистый водород, но по этому вопросу точных данных пока не имеется.

Известное значение могут иметь еще моторные газы (газолин, бензин и др.); они оказывают оглушающее действие. Для определения более значительных количеств их в США употребляется аппарат Бюреля для сжигания водорода, причем 1% газаolina примерно соответствует 5% водорода. При применении тяжелых масел опасность отравления низшими углеводородами отпадает. На подводных лодках может еще образоваться окись углерода. На почве короткого замыкания возникают нередко пожары, вызывающие из-за горения каучука (батарей) сильное образование дыма и чада. Если еще ко всем этим загрязнениям воздуха прибавить прочие запахи — керосина, горючих и смазочных масел, пота, испарений и т. п. отделений экипажа, а также газы и пары, появляющиеся при приготовлении пищи, то можно себе представить, как исключительно важно освежение воздуха на подводных лодках. Специалисты склоняются к мнению, что испытываемое в таких замкнутых помещениях плохое самочувствие происходит не столько вследствие химического загрязнения воздуха, сколько вследствие физических отклонений от нормальных условий жизни. Пребывание на подводных лодках весьма напоминает условия пребывания на тропиках. Пожалуй, во всех флотах отмечены несчастные случаи, причина которых не всегда могла быть выяснена. Особенно опасно внезапное образование вакуума, когда благодаря неправильному обслуживанию включаются моторы при герметически закрытой лодке. Во всяком случае в этой области имеется еще множество нерешенных вопросов, представляющих как общий научный интерес, так и имеющих непосредственно практическое значение.

г) Борьба с вредителями

Громадное значение борьбы с вредителями стало широко известно только во время и после мировой войны.

Ниже будут изложены только химические методы борьбы с вредителями (и паразитами) людей, животных, растений, предметов обихода, припасов.

Токсикологическое значение борьбы с вредителями заключается прежде всего в широком применении ядов вообще, в применении их в квартирах, в небольших производствах, в сельском хозяйстве, — не последнюю роль с этой точки зрения играет обращение с ядами лиц, мало сведущих и необученных. Состав этих средств и опасность, которую они представляют, в большинстве случаев неизвестны.

Далее применение этих ядов в виде газов, паров, дымов, туманов и пыли еще больше повышает их опасность. При этом опасности подвергаются и производители этих средств (фабрики), и потребитель, и окружающие жители, и наконец опасности возникают не в последнюю очередь вследствие употребления обработанных этими средствами продуктов, как например овощей, фруктов, вина, муки, хлеба.

Применяемые газы (средства для газации)

Газообразные средства применяются преимущественно в закрытых помещениях [общежитиях, казармах, квартирах, мельницах, складах, погребах, железнодорожных вагонах, судах, камерах и палатках для газации, теплицах (оранжереях), пещерах, подземных ходах, скважинах]. Преимущественно применяются следующие газы и пары.

Сернистый ангидрид

Применение сернистого ангидрида очень разносторонне и многообразно. Для защиты растений от полевых мышей, кротов, хомяков, кроликов, а на тропиках от термитов, его применяют под поверхностью земли. Этим средством пользуются и для борьбы с паразитами на теле животных. Для воздействия на чесоточных клещей лошадей больные лошади помещаются в газовую камеру, содержащую определенное количество сернистого ангидрида. Голова животного в этом случае находится вне камеры. Обработка этим веществом живых растений ввиду вредного действия не производится или применяется лишь в особых условиях, например зимой, для дезинфекции винограда. См. раздел «Действие газов на растения».

Сернистый ангидрид все реже применяется против вредителей припасов, так как он портит многие товары. Ткани всех видов портятся от него и теряют в своей прочности; краски бледнеют, блестящие металлы чернеют. Что касается действия сернистого ангидрида на продукты питания и напитки, то об этом см. раздел «Действие газов на продукты питания».

Несмотря на это, сернистый ангидрид имеет все еще очень большое применение. Вся одежда и предметы, которые могут пострадать от него, должны быть вынесены из помещений; металлические предметы предохраняют от порчи смазыванием вазелином. Сернистый ангидрид в особенности может быть применен там, где исключается возможность повреждения мебели, тканей и т. п., например для дезинфекции конюшен, погребов и других помещений, для борьбы с мухами, зимующими комарами и т. д. Для этих целей обычно сжигают серу или сероуглерод. На крупных производствах применяют жидкий сернистый ангидрид, имеющийся в продаже в стальных баллонах.

Если сернистый ангидрид применяется для газации закрытых помещений, следует помнить о том, что он в большом количестве абсорбируется стенами, покрытыми штукатуркой. По этой же причине он хуже проникает в щели и скважины стен.

Применение сернистого ангидрида для борьбы с вредителями *

При температуре 15—32° необходимы

Для уничтожения	мг/л (приблизит.)	Частей на миллион (см ³ /м ³) (приблизит.)	Экспозиция
Платяных вшей	40	16 000	1 час
Гнид	60	24 000	1 час
Яиц блох, личинок блох, конских вшей, овечьего волосятика	12	4 800	1 час
Вшей рогатого скота	7,5	3 000	1 час
Чесоточных клещей лошадей	75—100	30 000—60 000	1/2—2 часа

Синильная кислота и ее производные **

Коллекционеры с давних пор пользовались цианистым калием для быстрого умерщвления жуков, бабочек и других насекомых. Действие цианистого калия объясняется выделением синильной кислоты. В широком масштабе для борьбы с вредителями синильная кислота была впервые применена в восьмидесятих годах в Калифорнии против весьма устойчивых к яду кошенилевых червецов (Coquillet, 1886). С тех пор во многих странах стала применяться синильная кислота и в настоящее время ею все шире и шире пользуются для уничтожения насекомых и вредителей. В Германии синильная кислота начала широко применяться лишь во время войны. В настоящее время синильная кислота является наиболее употребительным средством для борьбы с «вредителями припасов» в амбарах, мельницах, погребах, теплицах; не последнее место она занимает в борьбе с крысами на кораблях.

Преимущество применения синильной кислоты заключается в ее превосходном действии на вредителей всех видов, в ее безвредности для припасов, продуктов, красок, тканей, металлов и тому подобных предметов обихода; в этом ее превосходство над сернистым ангидридом¹. Кроме того к ее преимуществам относится большая способность к диффузии и сравнительно низкая цена.

К ее недостаткам относятся: тесно связанная со значительной ядовитостью для низших животных ее сильная ядовитость также и для человека, слабый запах. Отсюда следовательно применение ее требует чрезвычайных мер предосторожности. Прибавлением «предупреждающего» средства главным образом раздражающего глаза и слизистые оболочки и применением соответствующего

* Horning, Veröff. Med.verw. 2, 211 (1920).

** Литература по синильной кислоте в борьбе с вредителями:

1. Fetscher, RGBI. 1927, 11/12.

1a. Hasselmann, Ztschr. med. Beamte 1925, 921.

2. Näeslund, Uppsala Läk. för Förh. 1929 no Fortschr. der Medizin, 1929, 905.

3. Rasch, Desinfektion 6, 153 и сл. (1921) (там же литература).

4. Schwarz, Ztschr. Desinf. 21, 1 (1929).

См. также:

Schwarz und Deckert, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 107, 798 (1927); 109, 201 (1929); Ztschr. Desinf. 22, 749 (1930), а также:

Uglow, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 109, 108 (1929).

5. Thilenius und Pohl, Ztschr. f. angew. Ch. 38, 1064 (1929).

противогаза, а также не в малой мере тщательно разработанной техникой газации, удастся в значительной степени снизить опасность от применения синильной кислоты.

Следующие способы газации применялись раньше и продолжают применяться сейчас:

1. Выпуск из аппаратов (цианатор, цианофумор и т. д.), образующих газообразную синильную кислоту либо из жидкой синильной кислоты, находящейся в стальных баллонах, либо из раствора цианистого натрия и серной кислоты. Соответствующей стабилизацией синильной кислоты практически предотвращена полимеризация ее и связанная с этим опасность взрывов.

2. Газация с помощью чанов. В горячую разведенную серную кислоту, вальтуют в чаны или корыта, осторожно добавляют цианистый натрий в виде кусков (брикетов) той или иной формы, а иногда и просто в мешочках. При этом образуются пары синильной кислоты. В Германии этот способ находит еще применение только при газации погребов, где он особенно подходит благодаря господствующей здесь низкой температуре. По окончании газации содержимое чанов, заключающее еще примерно 10% образовавшейся синильной кислоты, следует дегазировать прибавлением железных и известковых солей.

3. Циклон А (жидкий). Смесь метилового и этилового эфира цианмуравьиной кислоты (см. специальную часть) с добавлением примерно 10% эфира хлормуравьиной кислоты; последний менее летуч, чем синильная кислота, и применяется ввиду его способности раздражать глаза и нос в качестве предупреждающего средства, для того чтобы предотвратить преждевременный вход в недостаточно еще проветренные после газации помещения *.

4. Циклон В (твердый). Порошкообразная смесь в герметических жестяных банках, состоящая из одной части жидкой стабилизированной синильной кислоты и 1,3 части порошкообразного кизельгура. В продаже имеется циклон В вместе с раздражающими веществами и без них: первый применяется для газирования деревьев, последний — для всех прочих надобностей. Из легко летучих раздражающих веществ прибавляют: эфир хлоругольной кислоты, хлор-ацетон, бромацетон, а из труднолетучих: эфир бромуксусной кислоты, хлорпикрин, бромацетофенон, бромистый ксилит.

Газация циклоном В производится следующим образом. Помещение, постройка или корабль и т. п. тщательнейшим образом изолируется. Потребное количество банок приносят на место, вне помещений их раскрывают, покрывают резиновыми крышками, распределяют по комнатам и, наконец, высыпают их содержимое. Из тщательно измельченной рассыпанной массы тотчас начинает выделяться газ. Он распространяется чрезвычайно быстро и проникает в тончайшие щели и скважины. После соответствующей экспозиции помещение снаружи раскрывают, либо же в него входят в противогазе и начинают проветривание.

* Литература по „Циклону А“:

1. Hase, Kali 15, 8 (1921).
2. Heerdt, Der praktische Desinfektor 13, 9 (1921).
3. Jansen, Schut u. Wagenaar, Pharm. Weekblad 19, 373 (1922).
4. Lehmann K. B. Münch. med. Wochenschr. 1920, 1517.
5. Nagel, Ztschr. f. angew. Entomologie, 7, 164 (1920).
6. Rasch, Ztschr. f. öff. Ch. 26, 141 (1920).
7. Reh, Der prakt. Desinfektor, 13, 35 (1921).
8. Schildt, Der prakt. Desinfektor, 12, 90 (1920).
9. Seligmann, Berl. klin. Wochenschr. 58, 1239 (1921).
10. Wagenaar, Pharm. Weekblad 19, 373 (1922).

Находящиеся на полу остатки вещества безвредны — они могут быть собраны при уборке помещения и выброшены как сор. Проверка помещения на отсутствие в нем газа производится с помощью весьма чувствительного химического индикатора.

В общем можно считать, что при газации помещения даже очень высокими концентрациями его можно вновь заселить через 36 час. При газации же более слабыми концентрациями, как это обычно производится на кораблях, достаточно 8—15-часового проветривания.

5. При цианогазовом методе употребляют плав азотистой извести и поваренной соли, называемый также и кальциевой пылью, цианистой пылью, или, по действующей составной части его, — цианистым кальцием. Он представляет собой темноватую массу в форме зерен либо размолотую. Содержание цианистого кальция при «низкопроцентном циан-газе» — 40%, а при «высокопроцентном циан-газе» (кальцид, кальцианид, цитрофум) — 60—90%. Под воздействием влаги и кислорода воздуха из цианистого кальция в течение нескольких часов медленно и постепенно выделяется синильная кислота. Поэтому данный способ относительно безопасен; он особенно подходит для газации теплиц, деревьев и т. п.; для 100 м³ в среднем достаточно 20,0—60,0 г.

Гамбургским интернациональным обществом по борьбе с вредителями издавы следующие правила для садовников в виде «10 заповедей».

«10 заповедей» по газации теплиц «циан-газом»

1. Точно высчитай объем подлежащей газации теплицы.
2. Если в теплице находятся разные растения, то удали предварительно те из них, которые наиболее чувствительны к синильной кислоте.
3. Убедись, что все до единого отверстия в теплице закрыты.
4. Прекрати поливку растений в теплице, подлежащей газации, за 24 часа до начала последней.
5. Начиная газацию при слабом ветре и всегда лишь через час после захода солнца, — никогда не газируй при солнечном свете.
6. Какие бы ты ни производил работы с циан-газом, всегда держи наготове свой противогаз.
7. Точно взвесь требуемое количество вещества.
8. Не рассыпай вещества на влажные дорожки. В случае необходимости очень влажные проходы следует предварительно покрыть досками.
9. Следи за температурой в теплице во время газации. Она должна быть в пределах 13—22°, и при этом лучше, если она будет подниматься, чем падать, так как при падении температуры на растениях оседают водяные пары, вследствие чего они делаются чувствительнее.
10. Веди точный протокол каждой газации теплицы с точным указанием размеров помещения, внутренней и внешней температуры, степени влажности, длительности газации, видов вредителей, использованного количества газа и состояния погоды с тем, чтобы выводы из этих опытов использовать при других газациях.

Практически обычно употребляются следующие концентрации:

- На кораблях — против крыс (Германия) — экспозиция 2 часа, концентрация 0,10% объема, или примерно 1 мг/л.
- На кораблях — против крыс (америк. данные) — экспозиция 2 часа, концентрация 0,20% объема, или примерно 2 мг/л.
- На кораблях — против клопов, вшей, тараканов — экспозиция 6 час., концентрация 0,50% объема, или примерно 5,5 мг/л.
- В наземных постройках — против крыс и мышей — экспозиция 4 час., концентрация 0,50% объема, или примерно 5,5 мг/л.
- В наземных постройках — против клопов, мышей, тараканов — экспозиция 12 час., концентрация 1,00% объема, или 11 мг/л.
- В наземных постройках — против платяной моли — экспозиция 24 часа, концентрация 2,00% объема, или 22 мг/л.

В наземных постройках против мучной моли — экспозиция 18 час., концентрация 1% объема, или 11 мг/л.

Для апельсиновых деревьев против червецов (сосис) — экспозиция $\frac{3}{4}$ часа, концентрация 0,33% объема, или 3,6 мг/л.

См. также таблицу на стр. 691.

При газации синильной кислотой должны быть учтены следующие обстоятельства, могущие вызвать отравления.

Синильная кислота может связываться («окклюдироваться») цементом, кирпичом, гипсом, известкой, пробкой, линолеумом, правда, в общем не в очень больших и опасных количествах.

Адсорбция синильной кислоты строительными материалами и красками для стен¹

Концентрация синильной кислоты — 2 объема. процента или 22 мг/л, экспозиция 24 часа

Вид материала	Количество адсорбированной синильной кислоты в мг/м ² поверхности стены
Клинкер	55,2
Кирпич	73,0
Шлак	2880,0
Пемзовый кирпич	3790,0
Песчаный известняк, высушенный	4360,0
„ „ естественно влажный	22740,0
Песчаный известняк	4096,0 — 3746,0
Песчаный известняк, трижды покрашенный асфальтовым лаком	58,6
Бетон, высушенный в течение трех дней	8148,0
Бетон, трижды покрашенный асфальтовым лаком	81,6
Листовое железо, дважды покрашенное асфальтовым лаком	11,4
Листовое железо, однократно покрашенное «сидеростеном»	155,5

Поверхность дерева и толя, покрытая недостаточно сохранившейся масляной краской или олифой, может удерживать в течение многих дней значительное количество синильной кислоты; синильная кислота может также адсорбироваться шерстью и шерстяными тканями, хуже — полотном и хлопчатобумажными материалами; она хорошо удерживается постельными принадлежностями — набивочными материалами, перьями, соломой.

Влажность вышеупомянутых объектов и низкая температура способствуют более длительному связыванию синильной кислоты.

Для герметизации помещений при газации синильной кислотой обычная бумага не годится; лишь склеенная в несколько слоев бумага уменьшает проницаемость².

О вреде газации синильной кислотой для продуктов питания и питья см. раздел «Действие газов на продукты питания».

В тех случаях, когда не освобождены соседние помещения, а также верхние и нижние этажи или вся постройка, газация части помещения может быть в известных случаях опасна, так как синильная кислота в довольно значительном количестве проникает через каменную кладку.

Тилениус и Поль⁵ установили, что в течение 6 час. следующие количества синильной кислоты проходят через:

Пемзовый бетон толщиной в 5 см	7,00 г/м ² /час
Гипсовую стену на проволоочной сетке толщиной в 5 см	3,00 „
Гипсовый пол толщиной в 5 см	3,00 „
Дважды оштукатуренный пемзовый бетон в 5 см . .	0,02 „
Через дважды оштукатуренную стену в 1½ кирпича	0

В нормальных условиях концентрация синильной кислоты в 1 объемн. процент, или 11 мг/л, проникает через слой штукатурки 10-летней давности толщиной в 3 см уже через 15 мин. (По данным общества по борьбе с вредителями «Pegesch».)

Ср. также таблицу на стр. 692.

При газации синильной кислотой, содержащей в качестве «предупредителя» раздражающие вещества, следует помнить, что последние в общем сильнее удерживаются пористым материалом стен, чем синильная кислота. Но если известь неполностью связана (углекислотой воздуха? — ред.) или же если стена сырая, то наступает обратное явление: синильная кислота скорее адсорбируется, чем раздражающие вещества³.

При проветривании помещений после газации синильной кислотой следует обратить особое внимание на некоторые опасные места, где синильная кислота может долго задерживаться, — на глухие закоулки, углы комнат, заставленные мебелью, ниши, шкафы, вентиляционные и отопительные трубы, кафельные печи, пористые стены, сырые углы.

Для полного проветривания в зависимости от условий необходимо:

Для матрацев	3—4 дня
Для более мелких постельных вещей, пуховиков . .	2 дня
Для носильного платья по меньшей мере	1 день
Для деревянных поверхностей, не обитых материей .	2 дня
Для простых стен	1 день

Для того чтобы убедиться, что помещение достаточно уже проветрено, входят в него в противогазе, закрыв предварительно на час окна и другие отдушины, и проверяют наличие HCN в разных местах и на разных высотах от пола с помощью медно-бензидиновой реактивной бумажки. При наличии синильной кислоты бумажка более или менее быстро окрашивается в синий цвет.

Помещение только тогда может считаться свободным от синильной кислоты, когда цвет бумажки остается без изменения. Все же в следующую за дегазацией ночь никто не должен оставаться ночевать в помещении.

Концентрации синильной кислоты и экспозиции, необходимые для уничтожения
различных вредителей

Вид вредителей	Концентрации HCN								
	на кораблях			в зданиях		в камерах			
	в мг/л	в объемн. %	экспози- ция в час.	в мг/л	в объемн. %	экспо- зиция в часах	в мг/л	в объемн. %	экспозиция в часах
Крысы	1,5—2,5	0,135—0,23	2	5	0,45	12	—	—	—
Мыши	1,5—2,5	0,135—0,23	2	5	0,45	12	—	—	—
Клопы	5	0,45	6	10—15	0,91—1,35	24	20—30	1,8—2,7	24
Блохи	5	0,45	6	10—15	0,91—1,35	24	—	—	—
Платяные вши	—	—	—	10—15	0,91—1,35	24	20—30	1,8—2,7	24
Клещи	—	—	—	10—15	0,91—1,35	48	—	—	—
Лагушная притворяшка	—	—	—	20—30	1,8—2,7	48	—	—	—
Домовые грызуны	—	—	—	30	2,7	48	—	—	—
Вегитинные кожееды	—	—	—	15—20	1,35—1,82	24	30	2,7	до 5 дней
Табачные жуки	—	—	—	15—20	1,35—1,82	24	—	—	—
Мучные жуки	—	—	—	10—15	0,91—1,35	24	—	—	—
Мучная моль	—	—	—	10—15	0,91—1,35	24	20—30	1,8—2,7	24
Платяная моль	—	—	—	20—25	1,82—2,25	24	20—30	1,8—2,7	24
Тараканы	5	0,45	6	8—10	0,72—0,91	24	—	—	—

Примечание. С некоторыми изменениями согласно данным общества по борьбе с вредителями «Degesch».

Абсорбция и отдача синильной кислоты разными строительными материалами⁴

Вид материала	Экспозиция в часах	Вычисленная концентрация		Содержание синильной к-ты в мг на 1 м ² поверхности стены												
		объемн. %	мг/л	Тотчас после конца экспозиции	После нахождения на свежем воздухе в течение											
					1/2 ч.	1 ч.	3 ч.	4 ч.	8 ч.	22 ч.	30 ч.	48 ч.	66 ч.	72 ч.	90 ч.	104 ч.
Ореховое дерево, хорошо высушенное	24	2,5	27	720	550	520	420	390	276	160	120	80	—	30	—	—
Цемент, хорошо высушенный	24	2,5	27	200	—	170	160	150	—	80	70	—	—	60	—	30
Шлак, хорошо высушенный	24	1,0	11	325	—	—	—	—	—	74	—	—	68	—	—	—
Песчаный известняк, хорошо высушенный	24	1,0	11	3593	—	—	—	—	—	341	—	117	70	—	—	—
Пемзовый кирпич, хорошо высушенный	24	2,5	27	3658	—	—	—	—	—	128	—	—	69	—	36	—
Бетон, еще несколько свежий	24	2,5	27	5198	—	—	—	—	—	2209	—	—	1835	—	—	—

Согласно действующим во многих странах распоряжениям по борьбе с вредителями с помощью сильно ядовитых средств, газация синильной кислотой и ее препаратами, циклоном и т. д. требует особого разрешения. Необходим надежный персонал, хорошо подготовленный и проверенный врачом-специалистом. Применение одной синильной кислоты в жилых помещениях запрещено. При каждой газации должны быть приняты все меры предосторожности (изоляция, противогазы, кислородные аппараты, аптечки).

Сероуглерод

(Ср. «Специальную часть».) Если бы сероуглерод не был легко воспламеняемым, он был бы превосходным средством для борьбы с вредителями. Наличие в помещении горячих предметов и даже сильное солнечное освещение уже представляют опасность воспламенения его. При смешении его с воздухом возможны взрывы. Сероуглерод применяется главным образом не для уничтожения домашних насекомых, а для борьбы с вредителями, населяющими почву, как то: виноградной вошью, круглыми червями, полевыми мышами, а также для уничтожения более крупных животных: кроликов, хомяков, лисиц. Для дезинфекции хлеба, посевного материала, винограда, одежды, шуб с успехом применяются каменные камеры или же плотно закрывающиеся ящики, покрытые листовым железом, а также металлические барабаны.

Сероуглерод имеет еще особый вид применения. При борьбе с клопами, вшами, тараканами в жилых помещениях его сжигают в металлических сосудах, железных кастрюлях и т. д., — при этом образуется сернистый ангидрид. Благодаря своему раздражающему действию сернистый ангидрид до известной степени предупреждает об опасности отравления. Зато увеличивается опасность пожара и взрыва, как показал например случай, происшедший в 1926 г. в Мюнхене при борьбе с клопами в одной хлебопекарне. При этом пострадало более 20 чел., большинство из них тяжело. В продаже имеется много препаратов, большей частью растворов, смесей и эмульсий, распространяемых под разными названиями, но в основном состоящих из сероуглерода. Сомнительно однако, чтобы эти средства (сальфоркоза, верминаль, горлин, гописколь и т. д.) были менее опасны, чем чистый сероуглерод. При прибавлении мало горючих или совершенно негорючих средств (четыреххлористый углерод и т. д.) горючесть всей смеси снижается.

Четыреххлористый углерод

(См. «Специальную часть».) Благодаря тому, что четыреххлористый углерод не горит, он применяется в борьбе с вредителями в качестве заменителя сероуглерода. Однако из-за своей дороговизны и более слабого действия он не получил столь широкого применения, как сероуглерод. Для уничтожения насекомых и т. п. требуется двойное, по сравнению с сероуглеродом, количество его.

В Америке с успехом была применена мало горючая и не взрывчатая смесь, состоящая из 40% уксусного эфира и 60% четыреххлористого углерода; эта смесь не портит муки и хлеба, но она дороже сероуглерода; применялась также и другая смесь, состоящая из 75% хлористого этилена и 25% четыреххлористого углерода. Особого

внимания заслуживает то обстоятельство, что действие этих смесей, против насекомых значительно эффективнее, чем действие каждого из входящих в нее компонентов в отдельности. Здесь таким образом имеется синергизм действия.

Гексахлорэтан

Гексахлорэтан применяется в качестве средства, предохраняющего одежду и шубы от моли. По своему действию весьма близко подходит к дихлорбензолу и нафталину, но как будто превосходит последний.

Парадихлорбензол (см. «Специальную часть»)

Кристаллы этого соединения подобно камфоре медленно испаряются на воздухе. Парадихлорбензол находит применение прежде всего в качестве средства против платяной моли, а также и в защите растений. Так например в США этот препарат применяется против древоточивых жуков и др. Его тяжелые пары весьма мало ядовиты, но при длительном действии все же уничтожают вредителей. Для людей парадихлорбензол практически безвреден. Зеленые растения, а также и некоторые сорта деревьев, как например яблони, весьма чувствительны к нему. В продаже парадихлорбензол имеется под разными фантастическими названиями: глоболь, парацид, кристаллгаз.

Хлорпикрин*

На войне хлорпикрин применялся в качестве боевого отравляющего вещества. Он представляет также весьма употребительное средство для борьбы с вредными насекомыми: хлебными жуками, вшами, блохами, клопами и крысами, однако по силе действия несколько уступает синильной кислоте.

Против насекомых обычно применяются концентрации 10—30,0 г/м³.⁴ Хлорпикрин в этом случае в 280 раз токсичнее сероуглерода^{5,6}.

Хлорпикрин применяется главным образом в герметических помещениях; против почвенных вредителей он менее пригоден.

Преимущества: сильно раздражает все слизистые оболочки, в особенности глаз, вследствие чего его легко обнаружить. Весьма токсичен для всех видов животных, причем в этом отношении он превосходит большинство других веществ, несколько уступая синильной кислоте. Хлорпикрин не горюч, не взрывчат, не портит тканей и красок, — металлы портятся только во влажной атмосфере. Хлебопекарные свойства муки, повидимому, от хлорпикрина не теряются, не портятся также многие виды семян (хлопок, стручковые).

* **Литература** по применению хлорпикрина в борьбе с вредителями:

1. Deckert, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. 109, 485 (1928/29).
2. Частное сообщение общества по борьбе с вредителями Degesch.
3. Fetscher, Med. Welt 1927, 37.
4. Marcandier, Arch. Méd. nav. 118, 138 (1928).
5. Moore J., Journ. econom. entomology 1918, 357.
6. Wille, Naturwissenschaften 9, 41 (1921) (там же литература).

Недостатки: губит чувствительные и живые растения; слабо действует на открытом воздухе.

Концентрация в $25,0 \text{ г/м}^3$ не действует на алюминий, но в большей или меньшей степени оказывает действие на медь, железо, ртуть, никель, свинец, латунь и сталь. Субстантивные и серные красители также более или менее изменяются; кубовые красители, напротив, остаются неизменными. Этот факт следует вероятно приписать тому, что хлорпикрин при соответствующих условиях может разлагаться по следующему уравнению:



Окись этилена*

В последнее время окись этилена рекомендуется в качестве средства в борьбе с вредителями (Т-газ, этокс). О ее общих свойствах см. «Специальную часть».

Обычно применяются объемные концентрации порядка 0,5—1%. Концентрация порядка 32 мг/л , или 160 000 частей пара на миллион, при 24-часовом воздействии убивает мышей, тараканов, хлебных жуков (*Calandra*), мучных жуков (*Tenebrio*), а также и их личинки, клопов с их яйцами³, платяную моль, мучную моль и т. д.^{2,4}.

Ввиду довольно значительной токсичности окиси этилена заслуживает внимания ее сильная способность к абсорбции, что видно из нижеследующей таблицы⁶.

Вид материалов	Концентрация окиси этилена в г/м^3	Экспозиция в часах	Абсорбированное количество окиси этилена	
			на 1 кг материала в г	на 1 м^3 поверхности в г
Одеяло из верблюжьей шерсти . . .	28	24	1,12	—
„ „ „ „ „ „ . . .	86	48	3,09	—
„ „ „ „ „ „ . . .	194	24	4,99	—
Дуб, програвленный водой	24	24	—	2,20
Сосна, програвленная спиртом	24	24	—	2,90
„ (полированная)	24	24	—	0,29
„ (лакированная)	24	24	—	0,05
Вода глубиной 2,51 см	20	3	0,09	0,79
„ „ 0,87 см	20	3	1,43	3,86
„ „ 0,41 см	20	3	1,75	7,20
„ „ 0,03 см	20	3	5,50	1,80

Обратное испарение поглощенной окиси этилена иногда не заканчивается полностью и через 24—48 час.²

Во многих странах применение в борьбе с вредителями окиси

* Литература по применению окиси этилена в борьбе с вредителями:

1. Back, Cotton and Ellington, Journ. econom. entomology 23, 226 (1930).
2. Cotton and Roark, Ind. and Engin. Chem. 20, 865 (1928).
3. Hase, Ztschr. Desinf. 22, 676 (1930).
4. Hoyt, Ind. and Engin. Chem. 20, 835 (1928).
5. Russ, Ind. and Engin. Chem. 22, 328, 844 (1930).
6. Schwarz und Deckert, Ztschr. Desinf. 22, 531 (1930).

этилена, так же как и синильной кислоты, допускается только при определенных условиях, а именно при дезинсекции крупных объектов за исключением жилых помещений.

Прочие, применяемые в борьбе с вредителями летучие соединения углерода

Оксись углерода: против грызунов и других теплокровных.

Углекислота: против вредителей посевного материала.

Углеводороды: ацетилен, керосин, нафталин, «флит», «шелтокс», формальдегид: против мух, круглых червей и вредителей посевного материала.

Тяжелые дегтярные каменноугольные масла: против почвенных вредителей, для дезинсекции почвы.

Фенолы и крезолы: против грибов, круглых червей и других почвенных вредителей.

Нафталин и камфора: давно известные средства против моли.

(Хлор неоднократно испытывался, но оказался мало пригодным.)

В качестве средств для отпугивания нашли себе применение в борьбе с вредителями сильно и большей частью неприятно пахнущие вещества. Они применяются преимущественно против насекомых для уменьшения откладывания ими яиц, для защиты домашних и других полезных животных; против птиц, грызунов, дичи. Большой частью применяются такие средства, как керосин, скипидар, смолы, фенолы (например анизол против вшей), карболин, дегтярные препараты, зловонное животное масло, навозная жижа, навоз и т. д. Сюда относятся также дымы самого разнообразного состава при разных способах их применения. Многочисленные «средства для защиты от комаров», содержащие главным образом более или менее сильно пахнущие эфирные масла, имеют сомнительную ценность.

Средства для задымления

В последнее время все больше и больше находят себе применение туманы и дымы.

Так например в виде «облака» применяются мышьяковистые препараты там, где непосредственное опыление является неподходящим. Против вредителей лесов применяются мышьяковистые дымы, получаемые из дымовых шашек, свечей, бомб; эти дымы поднимаются к коронам деревьев и там оказывают свое действие.

Далее применяются облака, содержащие серу. В аппарате «Rota» сера вводится в особо сконструированные генераторы, где она испаряется и при помощи водяных паров или углекислоты направляется в атмосферу. В воздухе образуется облако, состоящее из водяного пара, содержащего серу в чрезвычайно мелко распыленном виде. Дымовые патроны «Нога» образуют смесь разных газов, в особенности сероводорода и окиси углерода.

Средства для разбрызгивания, распыливания и рассеивания

Средства для разбрызгивания. Громадное количество химических веществ применяется для защиты растений в виде туманов или мелких капелек в самых разнообразных комбинациях

друг с другом, или со средствами, служащими для растворения, распространения, растекания, разведения, усиления прилипания.

С химической точки зрения действующие вещества представляют собой либо растительные яды, главным образом никотин, квассия, либо минеральные масла в эмульсиях (физически и химически действующие вещества: керосин, циклогексанол и т. д.), либо масла каменноугольного дегтя, в особенности карболин (продукты, богатые фенолом и крезолом), либо соли металлов (растворы, содержащие медные соли и т. п.), либо серусодержащие вещества (коллоидальная сера, сернистый кальций, многосернистые соединения), либо мышьяксодержащие средства (швейнфуртская зелень и сходные с нею соединения, мышьяковоокислый свинец).

Невозможно перечислить все так называемые комбинированные средства для опрыскивания, применяемые в разных странах. Отравления вследствие вдыхания этого рода туманов возможны и иногда имели место. То же самое может наблюдаться и при употреблении порошкообразных средств для распыливания.

Широко применяемая сера оказывает повидимому свое действие на растения либо в виде сероводорода, либо в виде сернистого ангидрида. Применяется главным образом для уничтожения мучной плесени. Сюда относятся, между прочим, следующие препараты серы: элозал, ойдал, а также серусодержащие хсантогенаты.

Мышьяковистые средства для распыливания с токсикологической точки зрения наиболее важны. Как на наиболее действительное средство следует указать на мышьяковоокислый кальций. В большом ходу также мышьяковоокислый свинец, а также и разные виды швейнфуртской зелени. В большом масштабе распыление производится с помощью самолетов (для обработки лесов, плантаций).

Меньшее значение имеют фторсодержащие средства — фторсиликат натрия и бария в смеси с известью.

Употребляются также и смеси разных ядов, которые иногда могут привести к комбинированным отравлениям.

Средства для рассеивания. Кроме распыливания из аппаратов имеются способы непосредственного рассеивания порошков. При этом методе также бывали поражения, в особенности когда тонко измельченные порошки рассыпались голыми руками или же когда эти порошки разбрасывали по земле. В данном случае речь идет о весьма опасных видах пыли, вроде пыли негашеной извести, муки томасшлака, пыли кальций-цианамиды, соединений мышьяка, смесей, содержащих нитробензолы (как эклатин). Все эти средства служат для борьбы с земляными блохами, личинками насекомых, свекловичными червями и т. п., т. е. в большинстве случаев с почвенными вредителями, а также и для уничтожения сорняков. При рассыпании томасовой муки или негашеной извести нередко наступают тяжелые поражения легких, в особенности у людей неопытных, не принимающих надлежащих мер предосторожности, например когда не учитывается направление ветра. В этих случаях могут наступить пневмонии с быстрым летальным исходом.

Обязательные постановления по защите растений, борьбе с вредителями и т. д.

Почти всеми европейскими странами изданы обязательные постановления по применению мышьяковистых веществ для защиты растений, по составу этих препаратов, по их окраске и «денатурированию».

Кроме того соответствующими организациями и учреждениями издаются многочисленные «памятки». См. также сводку Ноака*.

Ниже приведены выдержки из «Правил о работе по борьбе с вредителями сельского и лесного хозяйства авиационно-химическим методом» (Обяз. пост. НКТ СССР от 28/V 1929 г., № 176).

1. Летный и технический состав отрядов по борьбе с вредителями сельского и лесного хозяйства авиационно-химическим методом, а также инструкторская группа этих отрядов должны быть постоянными работниками отряда и должны быть подготовлены к выполнению соответствующих работ в отряде.

2. Старшие рабочие отрядов должны быть постоянными работниками отрядов и должны набираться в месте нахождения правления хозоргана или филиала, правления в числе не менее одного человека на рабочий самолет.

Указанные рабочие должны быть предварительно обучены и инструктированы администрацией и постоянным врачом отрядов...

4. Администрация обязана выработать инструкции по выполнению каждой работы. В инструкциях этих должно быть предусмотрено обязательное для рабочих тщательное обмывание тела после каждого окончания работы.

5. Все яды, применяемые при работе, должны быть упакованы в герметической таре.

Если вес отдельной укупорки превышает 25 кг, то тара должна быть двойная — металлическая и деревянная с прослойкой (копилками и пр.).

Металлическая тара по своей конструкции не должна допускать попадания яда в пространство между банкой и деревянной обшивкой.

6. Для вскрытия тары, содержащей яды, должны применяться такие инструменты, чтобы вскрытие тары производилось без значительного физического напряжения и при минимальном распыливании в воздухе ядовитых порошков...

9. Пересыпка ядов из тары в самолет должна производиться с наименьшим количеством промежуточных предметов посуды.

Вся посуда, употребляемая при пересыпке (бачки, ведра и пр.), должна иметь плотно пригнанные крышки.

Конструкция посуды должна обеспечивать наименьший распыл ядов при пересыпке из одной посуды в другую.

10. Кабинка летчика и места прохождения тросов, рычагов и т. п. должны быть изолированы от возможного проникновения ядов в самолет.

11. При конструировании новых самолетов для целей борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства или при приспособлении для этих целей машин, работавших на других работах (кроме машин, уже находящихся на работе в отрядах), аэропыл обязательно должен помещаться сзади места пилота...

13. Порядок выдачи, хранения и пользования спецодеждой и предохранительными приспособлениями определяется общей инструкцией НКТ СССР 20/III 1929 г., № 128 («Изв. НКТ СССР», 1929 г., № 22—23).

В соответствии с этой инструкцией и в развитие ее устанавливаются следующие правила:

а) спецодежда и предохранительные приспособления должны выдаваться отдельно на каждого работника; передача их от одного работника к другому допускается только после тщательной чистки (или мытья) и дезинфекции;

б) работники отряда допускаются к работе исключительно в установленной для них спецодежде и предохранительных приспособлениях;

в) спецодежда и предохранительные приспособления должны употребляться только во время работы; по окончании работы спецодежда должна храниться в специально отведенных для этого помещениях (палатки и др.), причем спецодежда должна быть развешана (а не сложена);

г) спецодежда, а также и полотенца должны стираться за счет нанимателя в сроки, определяемые по соглашению администрации с месткомом или профуполномоченным, — но не реже, чем через каждые шесть рабочих дней;

д) администрация и врач обязаны своевременно инструктировать работников о правилах ношения и чистки спецодежды и иметь постоянное наблюдение за исполнением этих правил;

е) выдача и стирка спецодежды и предохранительных приспособлений ни в коем случае не могут заменяться денежной компенсацией.

14. Администрация обязана снабжать всех работников отряда следующими предметами, необходимыми для очистки тела от ядов: а) душ для купанья, б) ручные щетки, в) мыло зеленое, г) вазелин и т. п. ...

* Ноак, Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich, Berlin 1926.

20. Все работники отряда должны подвергаться еженедельно медицинскому осмотру для своевременного обнаружения отравлений и принятия профилактических мер. Результаты осмотра вносятся в карту установленного образца...

Приводим также «Правила безопасности при работах по сухому протравливанию семян». (Обяз. пост. НКТ СССР 10/VIII 1931 г., № 225, Известия НКТ от 25/VIII 1931 г., № 23—24).

1. Для сухого протравливания семян (зерна) применяются следующие химические ядовитые вещества: мышьяковистый кальций, парижская зелень, углекислая медь, медный купорос обезвреженный, хромпик калиевый, препарат АВ и другие.

Сухие протравители представляют собой пылевидные порошки. При работах по протравливанию семян они распыляются в воздухе и при недостаточном соблюдении мер предосторожности могут служить причиной отравлений, заболеваний кожи и дыхательных путей у рабочих.

2. Работами по протравливанию семян должен руководить производитель работ — специалист (агроном, техник, инструктор, бригадир).

3. Производитель работ обязан осведомить принимаемых на работу по протравке семян:

- а) об опасности отравления ядами-протравителями;
- б) о правилах ношения спецодежды, респираторов и очков;
- в) о правилах личной гигиены;
- г) об обязанностях каждого рабочего в процессе работ.

4. К работам по протравливанию семян не допускаются женщины, а также подростки до 16 лет.

5. В течение рабочего дня рабочие могут быть заняты на работах по непосредственному протравливанию семян сухим способом не более 4 час.

В остальную часть рабочего дня они должны быть использованы на других работах, не связанных с воздействием ядов.

6. Яды-протравители должны храниться в отдельном сарае под замком, под ответственностью кладовщика.

7. На складе ядов-протравителей не должно храниться продуктов питания.

8. Воспрещается спать на складе протравленных семян.

9. Во время перерывов в работе, а также в ночное время все остатки ядов, тара, а также протравленные семена должны тщательно убираться, покрываться брезентом и для охраны их (если они не убраны в запираемое помещение) должен выставляться сторож.

10. Для развешивания ядов должны иметься отдельные весы, совки, лопаты, ложки, мерки и т. д.

11. Перевозка ядов в раскупоренной посуде воспрещается. Открытую посуду с ядом надо перед перевозкой упаковать (закреть)...

13. Воспрещается перевозка протравленных, семян насыпью на большие расстояния.

14. Рабочие, занятые перевозкой ядов, должны быть проинструктированы о способах и опасностях обращения с ядами.

15. Посуда (тара), освобожденная из-под ядов, должна быть тщательно вымыта. Применять ее для хозяйственных целей можно только с разрешения производителя работ.

Применение посуды из-под яда для хранения питьевой воды и продуктов воспрещается...

17. Мешки из-под протравленных семян должны быть обезврежены прежде, чем применять их для других целей.

18. Работа по сухому протравливанию семян должна производиться на открытом воздухе или под открытым навесом.

19. Крупные протравочные работы должны производиться не ближе 200 м от жилья.

К месту протравочных работ посторонние лица не допускаются...

21. У места работы должна иметься аптечка с противоядиями против мышьяка (жженая магнезия, белковая вода, сернокисл. железо).

22. На месте протравочных работ воспрещается хранение продуктов питания (так как последние могут запылиться ядом)...

24. Рабочий костюм должен быть тщательно застегнут на все пуговицы.

Респиратор должен быть надет так, чтобы маска его плотно прилегала к лицу.

25. Рабочий костюм применяется только во время протравочных работ и ношение его в нерабочее время воспрещается.

26. В обеденный и другие перерывы рабочие должны снимать спецодежду.

27. По окончании работ, не снимая рабочих костюмов и респираторов, рабочие вениками тщательно отряхивают друг друга и лишь после этого снимают костюмы и респираторы.

28. Спецодежда и респираторы хранятся в отдельном помещении в развешанном виде. Унос их домой и хранение в жилых помещениях воспрещаются.

29. Стирка спецодежды должна производиться возможно чаще в зависимости от загрязнения.

Стирающие должны быть осведомлены о запыленности спецодежды ядами.

30. Рабочим воспрещается во время работы есть и курить (так как это грозит отравлением)...

32. Посевщики протравленных семян должны быть предупреждены об опасности отравления в случае употребления протравленного зерна в пищу и должны быть ознакомлены с соответствующими правилами личной гигиены.

33. Рабочие с признаками отравлений немедленно снимаются с работы и направляются на ближайший медицинский пункт.

34. Для всех рабочих, занятых на работах по протравливанию семян, обязательны следующие правила личной гигиены:

- а) обязательное тщательное мытье рук и лица по окончании рабочего дня и в перерыве перед едой;
- б) по возможности частое мытье тела (бани, души, купанье) и смена белья;
- в) уход за ртом (полоскание рта ежедневно после работ) и уход за зубами;
- г) аккуратность и осторожность в обращении с ядом.

Литература

1. Hollrung M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923.

2. Stellwaag F., Der Gebrauch der Arsenmittel im deutschen Pflanzenschutz. Dtsch. Ges. f. angew. Entomologie 1926, Flugschrift № 11.

3. Trappmann W., Schädlingsbekämpfung, Leipzig 1927 (содержит новейшие исследования Hase, Schwartz, Wille, Zacher и др.).

4. Vorsichtsmassregeln zur Verhütung von Unglücksfällen beim Gebrauch von arsenhaltigen Mitteln gegen Pflanzenschädlinge. Bearbeitet vom Reichsgesundheitsamt und per Biologischen Reichsanstalt, 1922.

Ср. кроме того литературные данные при каждом отдельном веществе в „специальной части“.

Дополнительная литература

Болдырев и др., Основы защиты сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней, Сельхозгиз, 1936.

Шорохов и Шорохов, Амбарные вредители и меры борьбы с ними, Сельхозгиз, 1936.

г) Действие газов на пищевые продукты

Далеко не всем известно, что значительная часть наших продуктов питания обрабатывается самыми разнообразными химическими веществами. Здесь будут кратко описаны только способы газирования продуктов, так как при этом иногда возможны отравления.

Методы консервирования. Для сохранения легко разлагающихся продуктов издавна применяется сернистая кислота. Она до сих пор еще играет видную роль в домашнем быту и в некоторых отраслях промышленности, как например при консервировании сахаросодержащих соков, варения, сухих фруктов, круп, растительных материалов, животных веществ, как то: клея, желатины, при окуривании серой бочек и т. д. При употреблении таких продуктов питания вряд ли возможны отравления, — сернистая кислота менее опасна, чем это предполагали ранее. Во фруктах и т. п. она хорошо связывается сахаром и обезвреживается. В качестве средства для борьбы с вредителями сернистая кислота потеряла свое значение, так как она влияет отрицательно на внешний вид, вкус, запах и качество некоторых продуктов питания и напитков, а также и на хлебопекарные свойства муки. При консервировании зерна и семян она заменяется такими средствами, как сероуглерод, четыреххлористый углерод, синильная кислота. Эти газы занимают также первое место при

дезинфекции посевного материала. Для предотвращения заноса вредителей картофеля, луковицы, репчатый лук, семена и другие части растений обрабатываются газами (парами) и в первую очередь парами сероуглерода, синильной кислоты и формальдегида. Углекислота в силу своего слабого действия как дезинфицирующее средство не играет никакой роли. Все растущее значение синильной кислоты и ее препаратов при газации амбаров, мельниц, погребов, кораблей заставило поставить большое количество опытов по действию ее на продукты питания и питья. Оказалось, что продукты весьма мало при этом повреждаются. После газации синильной кислотой яйца безусловно могут быть использованы в пищу, но яйца с наездом повреждаются. Следует соблюдать осторожность при пользовании молоком, находившимся в открытых или недостаточно закрытых сосудах, а также при пользовании водой и другими жидкостями, так как в зависимости от условий они могут содержать относительно большее или меньшее количество синильной кислоты. Например при оптимальных условиях после 12-часового действия на молоко синильной кислоты в концентрации около 1 объема. % можно было еще обнаружить в 1 кг молока до 40 мг синильной кислоты, а в воде до 13 мг*. Некоторые виды овощей и плодов также портятся; они вянут и теряют вид; таковы — земляника, сельдерей, некоторые сорта капусты, салат. Табак, чай, жареное кофе также иногда изменяют свой запах и вкус. Количества синильной кислоты, абсорбированные мясом, рыбой, сыром, жирами, незначительны и при проветривании легко улетучиваются**. Имевшиеся вначале на этот счет опасения оказались преувеличенными. Окись этилена портит вкус продуктов питания, содержащих жир: ветчины, какао, шоколада и т. д. Серьезная опасность имеется при применении мало летучих и совершенно не летучих средств. При обработке растений распыленными соединениями мышьяка и свинца, а также и при пользовании обработанными ими овощами, фруктами, винами и т. п. должны быть применены предохранительные меры. Имеются правительственные инструкции относительно наиболее поздних допустимых сроков обработки овощей, фруктов и т. п. до снятия урожая («защитные сроки»), благодаря чему опасность отравлений сводится к минимуму. Обработка овощей этими средствами неоднократно запрещалась, так же как и скормливание посевного материала, протравленного ядовитыми веществами. При пользовании мышьяковистыми средствами в лесах наблюдались отравления дичи и пчел. При этом и домашние животные подвергаются такой же опасности, как и в окрестностях заводов, производящих ядовитые вещества, а в особенности вблизи металлургических заводов, из которых мышьяк, свинец и т. п. могут попадать на соседние пашни и луга. В импортных фруктах иногда находили свинец и мышьяк (ср. раздел «Борьба с вредителями»).

Скороспелость; средства, способствующие ускорению созревания. Газообразные и парообразные химические вещества оказывают благоприятное влияние на рост, процесс созревания, урожайность и на качество растений и их частей (стимуляция). Этим пользуются особенно при обработке семенного материала, при разведении цветов, в огородничестве, но также при торговле фруктами — лимонами,

* P. Bottenberg, W. Deckert und G. Gahrz, Ztschr. Unters. Nahrungsmitt. usw. 49 (1925).

Bottenberg und Weiss, Ztschr. Unters. Nahrungsmitt. usw. 48 (1924); 50 (1925).
Bottenberg und Deckert, Ztschr. ges. Kälteind. 1925.

** Cotton and Roark, Ind. Chem. 20, 865 (1928).

Hoyle, Ind. Chem. 20, 835 (1928).

апельсинами, бананами, помидорами. Газообразные вещества (этилен, синильная кислота), применяемые для ускорения созревания или дозревания фруктов, не делают их вредными для здоровья.

Средства для беления. В пищевой промышленности беление играет большую роль для удаления красок или красящих составных частей и примесей. Так, мука «облагораживается» путем окисления каротина, окрашивающего в желтый цвет муку*. Для этой цели применяют также и газы, главным образом, хлор и смеси хлора с хлористым нитрозиллом («голо»-газ и др.). Белением достигается также улучшение внешнего вида, качества и хлебопекарных свойств муки. Менее пригодными оказались озонирование и обработка сернистым ангидридом. Последний ухудшает качество, а в особенности хлебопекарные свойства муки. Зато многократная обработка серой сухих фруктов придает им белый и более красивый внешний вид.

Прочие виды воздействия. О действии неприятно пахнущих газов и паров на продукты питания и напитки, в особенности на молоко и на жировые продукты, было уже сказано выше.

Жирсодержащие и ароматические продукты, пряности, вкусовые вещества, вина под влиянием испарений селедочного рассола, керосина, дегтя, асфальта, нафталина и т. п. могут сильно потерять в своей ценности, при этом однако не создается сколько-нибудь серьезной опасности для здоровья. Имеется значительное число наблюдений такого рода в повседневной жизни, торговле, транспорте, промышленности и т. д.

Во время мировой войны неоднократно изучался вопрос о том, могут ли возникнуть опасности при пользовании продуктами питания после газации значительных участков местности. Однако обычно при этом только ничтожные количества ядовитых веществ соприкасаются с запасами пищевых продуктов, так что вряд ли возможны тяжелые отравления. Отравления однако возможны в тех случаях, когда на незащищенные продукты, как например на хлеб, падают капли жидких, но не газообразных боевых отравляющих веществ. Опасны главным образом мышьяковистые соединения и мало летучий дихлордидитилсульфид (иприт)**.

В такой же степени опасно употребление воды, зараженной этими веществами. Если речь идет о таких трудно или совершенно нелетучих веществах, как мышьяковистые соединения, то вода даже после ее кипячения продолжает оставаться ядовитой. Эти моменты могут иметь большое значение в условиях будущей войны, тем более, что боевые отравляющие вещества будут применяться не только на фронте, но и в тылу.

Газы все шире применяются также для очистки и обеззараживания воды для питья, купанья и технических нужд. Для этих целей главным образом применяется хлор, озон и реже бром. Если только обработка проводится правильно, то нет никаких опасностей для здоровья, связанных с этими методами.

h) Действие газов и других аналогичных веществ на растения

При разборе вопроса о вреде газов и т. п. для растений необходимо иметь в виду следующие моменты.

* Schmörl K., Naturwissenschaften, 18, 413 (1930).

** Отравления возможны при действии на пищевые продукты и газообразных ОВ в соответствии большей концентрации и времени воздействия (экспозиции). Ред.

1. Вид газа, количество его и длительность воздействия.

2. Из прочих факторов — расстояние растений от источника отравления, климатические условия (температура, влажность, осадки, влияние света), направление ветра и его сила, рельеф местности (возвышенности, долины), почвенные условия, а также резистентность растений в данный момент.

Следует однако всегда помнить о возможности ошибок вследствие влияния посторонних вредных факторов, например расстройства питания, сухости почвы, действия мороза, повреждения корней, паразитарных заболеваний.

Дым

Важнейшая проблема — защита растений от газов — включает и вопрос о защите их от поражения дымом. Во всех промышленных странах этой проблемой, имеющей большое хозяйственное значение, занимаются все больше и больше административные органы, заинтересованные промышленные круги, лесное и земледельное ведомства и отдельные граждане, руководствуясь экономическими и гигиеническими соображениями. Эта проблема в течение примерно последних ста лет является предметом научно-исследовательской работы (Штеггард, Шредер, Вислиценус).

Дым от промышленных предприятий, металлургических заводов, локомотивов и т. п. Согласно данным Вислиценуса, для растений вредны «кислые пары», как сернистый и серный ангидрид, серная кислота, соляная кислота; чрезвычайно вредны фтористый водород и кремнефтористоводородная кислота, окислы азота и свободный хлор. Вредны также туманы из каменноугольного дегтя, сажа же безвредна. Содержащиеся в летучем дегте нерастворимые окислы, карбонаты, фосфаты, силикаты условно вредны; напротив, растворимые щелочные и аммонийные соли, а также сульфаты и хлориды тяжелых металлов вредны.

Дым каменного угля содержит большие или меньшие количества хлора и его соединений, вследствие чего возможно самое разнообразное комбинированное действие. Среди газов доменных печей также имеется большей частью хлор. Поэтому в промышленных районах находятся довольно большие количества хлора и в дождевой воде и в снегу.

Дым от бурого угля и от торфа также вреден, так как эти виды топлива большей частью содержат соединения серы, как сернистое железо и т. п., которые сторают с образованием сернистого и серного ангидрида. Опасность дыма печей для обжига извести в общем меньшая, так как известь обладает способностью связывать летучие кислоты. Но и в этих случаях однако возможны поражения (фтористый водород и т. п.). Кокс при сжигании обычно не образует вредных для растений газов.

Хвойные растения наиболее чувствительны к дыму. Признаками поражения дымом хвойных деревьев является редкая хвоя, засыхание верхушки дерева, красные концы и пятна на иглах, а у лиственных деревьев — красные, коричневые, а также серые и черные края и пятна на листьях. Ассимиляция, дыхание, обмен веществ нарушены, хлорофилл быстро разрушается или же он только частично изменяется. Расстройство фотосинтеза ведет к ненормальному течению жизненных процессов в клетке. Эти нарушения проявляются прежде всего в поражении листьев, а также в нарушении явлений оплодотворения, в снижении урожая. Кроме видимых имеют место

и невидимые нарушения. В последнем случае, вследствие нарушения ассимиляции, дыхания и т. д., прежде всего тормозятся процессы роста (отставание роста).

Наряду с острыми поражениями растений в результате воздействия высоких концентраций, практически имеют чрезвычайно большое значение хронические, постепенно развивающиеся заболевания.

В окрестностях заводов мышьяка в первую очередь гибнут хвойные деревья. Луга и полевые плоды сильно страдают от дыма домен, картофель же мало восприимчив.

Как уже было сказано, в том вреде, который причиняется дымом, сернистому ангидриду принадлежит особенно важная роль. Он образуется при сгорании углей, содержащих серу, на газовых заводах, в коксовых, известковых и в кирпичных печах, на стекольных, ультрамариновых, содовых, сульфит-целлюлозных заводах, при обжиге руды, в особенности серного колчедана, на металлургических заводах и домах. Сернистый ангидрид попадает в атмосферу с дымом, отходящими газами и летучим теплом. В литературе имеются всевозможные подсчеты количеств сернистого ангидрида, ежедневно попадающего в атмосферу больших городов и промышленных районов. Согласно этим данным (у разных авторов они разные и далеко не точные) речь идет иногда о сотнях тонн, еженедельно выделяющихся в атмосферу (Флетшер). Особенно много поражений наблюдается в тех районах, где сжигается уголь, богатый серой, и в первую очередь при усиленном потреблении топлива. Этим поражениям способствуют снег, иней, дождь, так как в них сернистый ангидрид растворяется и накапливается. Наряду с сернистым всегда имеется и серный ангидрид или серная кислота. Последние также в общем оказывают вредное действие, но далеко не столь сильное как сернистый ангидрид или сернистая кислота.

Следующая таблица Вислиценуса дает указания на содержание этих ангидридов.

Содержание сернистого и серного ангидридов (SO_2 и SO_3) в отходящих газах (дым исследовался в дымовой трубе)

Объект исследования	Объемн. % SO_2	Концентрация SO_3 в г на 1 м ³
Воздух большого города { Берлин	0,000053	0,0019
{ Лондон	0,00039—0,014	—
{ Глазго	0,00042—0,015	—
{ Кливленд	0,002	0,075
Английский небольшой город	0,000013	0,00047
Дым от локомотивов	0,03	1,12
Фабричный дым в среднем	0,112	4,0
Древесный дым	0,0	0,0
Угольный дым (при топке)	0,046—0,08	1,7—3,0
Дым парового котла	0,063	2,25
Дым домашней топки	0,037—0,04	1,33—1,43
Заводские предприятия		
Дым при плавке медной руды	1,7	60,75
Дым печей для обжига пирита	8,5	278,7
Дым сернокислотных заводов	0,13—0,45	4,6—16,1
Дым целлюлозных заводов	0,025	0,90
Дым ультрамариновых заводов	0,5—3,5	17,9—125,0

Острые поражения растений от дымов наступают при концентрации сернистого ангидрида выше 0,01%, хронические же при концентрациях выше 0,001%. Сернистый ангидрид накапливается в растениях и может быть количественно определен в них как серный ангидрид. Его антисептическое и противобродильное действие, так же как способность обесцвечивать краски и в особенности нежные краски цветов, известны уже давно. Хлорофилл реагирует даже на следы сернистого ангидрида. Сернистый ангидрид действует первоначально на ассимиляцию, а затем уже на дыхание и протоплазму. Из цветов особенно чувствительны к нему розы. Сернистая кислота в количествах от 100 мг на 100 г семян задерживает прорастание семян мотыльковых, зерновых культур, маиса.

Для сравнения действия на разные растения приводятся следующие цифровые данные.

Токсичность сернистого ангидрида для растений

Растения	Концентрация в объемн. %	Поражение наступает через	Концентрация в объемн. %	Поражение наступает через
Клевер и ячмень	0,0075—0,0084	17 дней	0,0158—0,0174	5 дней
Пшеница и рожь		19 дней		6 дней
Овес		21 день		7 дней
Картофель, репа		27 дней		8 дней

Особенно чувствительны, как уже было указано, хвойные деревья. Чувствительность деревьев к сернистому ангидриду в убывающем порядке следующая: ель, сосна, лиственница, фруктовые деревья, бук, липа, ясень, клен, береза, дуб. В начале вегетационного периода при сильном освещении и при высокой влажности атмосферы наблюдается меньшая устойчивость. Ночью и зимой деревья практически не чувствительны.

Высокая чувствительность деревьев к сернистому ангидриду видна из следующего примера действия его на сосну:

Не действует	0,0005 объемн. %
На расстоянии в 100 м не действует	0,002—0,0025 объемн. %
При действии в течение нескольких дней или недель вреден	0,001 объемн. % = 1:100 000
Вредно действует в течение нескольких дней	0,01 объемн. % = 1:10 000
Вредно действует в течение нескольких часов	0,05 объемн. % = 1:2 000

Светильный газ и окись углерода

Следующим важным вопросом является поражение растений светильным газом и другими смесями, содержащими в своем составе окись углерода. Светильный газ безусловно вреден для растений. Далеко не выяснен однако еще вопрос о том, какой именно составной части светильного газа свойственно это вредное действие. Широко распространенный раньше взгляд, что это вредное действие светильного газа объясняется действием окиси углерода, в настоящее время оставлен. Геллер, Вемер и др.* считают причиной вредного действия синильную кислоту, Франк — тяжелые углеводороды,

* Wehmer, Ber. Dtsch. Botan. Ges. 1917, 135; 1918, 118.

Левин — сопутствующие ароматические вещества, а в последнее время все больше и больше склоняются к мнению, что причиной вредного действия является этилен (Крокер и Найт*). Гвоздика «усыпляется» при концентрации светильного газа 12 частей на миллион частей воздуха; тот же эффект достигается при этилене в концентрации 1 часть на миллион и даже при еще меньших концентрациях.

Оксись углерода не является сильным ядом для растений**. Де-Соссюр (de Saussure) и Буссенго (Boussingault) считали его вообще индифферентным. Клод Бернар твердо установил, что окись углерода не действует на всхожесть сухих семян; но когда семена влажны, всхожесть страдает (Гиглиолли). Согласно данным Штутцера окись углерода задерживает рост молодых растений, но не убивает их. У зеленых растений образование хлорофилла нарушается (Зеелендер)***. На разные растения окись углерода действует по-разному; это указывает на то, что окись углерода не является универсальным протоплазматическим ядом. Броидильные процессы и процессы гниения не изменяются, бактерии не гибнут, однако их развитие более или менее тормозится. Иногда окись углерода может оказать даже раздражающее действие на рост растений, но при более высоких концентрациях чувствительность растений к раздражению уменьшается.

В противоположность этому вредное действие светильного газа значительно сильнее и отчетливее. Ядовитое действие его меняется в зависимости от его состава. Дрожжи, плесневые грибки, а также и бактерии не гибнут, но развитие последних частично парализуется. На всхожесть семян светильный газ в общем не оказывает вредного действия. В противоположность этому по данным всех исследователей**** зеленые растения сильно поражаются, в особенности концы корней, листья, цветы. 25 частей светильного газа на миллион частей воздуха уже убивают цветы (Гендерсон-Хатгард).

Практически важное значение это ядовитое действие светильного газа имеет главным образом при проникновении его в почву. Деревья, у которых поражены корни, болеют, теряют листья и гибнут в течение нескольких месяцев. Хвойные деревья, в противоположность их большой чувствительности к дыму, чрезвычайно устойчивы к светильному газу. Липа также очень устойчива, но при более длительном воздействии все же корни ее поражаются. Известное например из повседневной жизни явление гибели деревьев в аллеях в результате порчи газовых труб подтверждает токсичность светильного газа. В комнатах и рабочих помещениях, в которых применяется светильный газ, чувствительные горшечные растения раньше или позже хиреют. В этом случае кроме того оказываются повидимому влияние и продукты сгорания этого газа.

Прочие ядовитые для растений газообразные вещества

Возможность поражения растений химическими средствами имеет большое значение при борьбе с вредителями (ср. соответствующий раздел). Косвенно воздействие на растения может также оказать

* Crocker and Knight, Bot. Gaz. 46, 259 (1908).

** Более старую литературу приводит L. Lewin, Kohlenoxydvergiftung, стр. 110.

*** K. Seeländer, Beih. z. Bot. Zentralblatt 24, 1, 357.

**** Späth und Meyer, Landw. Vers.-Stat. 1873, 336.

Frank, Krankheiten der Pflanzen, Breslau 1895.

почва, обработанная этими веществами. Все кислые, щелочные, едкие газы и пары, многие средства, служащие для опрыскивания и распыливания, вредны для чувствительных растений и для отдельных их частей. Среди средств для протравки семян формальдегид может оказаться вредным для обладающих разной чувствительностью семян и зерна, особенно если его неправильно применять.

Не последнее место среди многих других трудностей для успешной и в то же время безопасной борьбы с вредителями и с болезнями растений занимает вопрос о предохранении самих растений от поражения («сжигания»). Это достигается путем целесообразного выбора средств, концентраций, метода, климатических условий (работа ночью, при сухой и теплой погоде и т. д.), вегетационного периода (работа в зимнее время).

В борьбе с вредителями, как об этом уже было изложено, одно из первых мест занимает синильная кислота. Так же как и для животных, она ядовита и для растений. Но при соответствующих мерах предосторожности она может применяться и против вредителей растений. При концентрации синильной кислоты в 0,25—1,0 объемн. % и 6—24-часовом воздействии бактерии не погибают, и только лишь при 2 объемн. % прекращается их размножение или же они погибают. Грибки также погибают лишь при концентрации в 2 объемн. %. Все эти концентрации не вредны для сухих семян и для зерна; только при наличии влажности или в случае уже проросших семян эти концентрации действуют вредно. Зато зеленые растения чрезвычайно чувствительны, в особенности молодые растения и побеги, сочные и мякотные части. Хвойные деревья также сильно повреждаются. Наоборот, растения с твердой листвой, как пальмы, лавровые и оливковые деревья, разные виды цитрусовых (апельсины), в значительной степени устойчивы. Поэтому вредителей цитрусовых в широком масштабе истребляют на открытом воздухе синильной кислотой, при этом деревья покрываются газовыми палатками. Синильную кислоту можно применять также в теплицах. Здесь необходима особенная осторожность, так как известные растения, например помидоры, хризантемы, гелиотропы, гортензии, цинерарии, особенно чувствительны к отравлению. Эти растения уже гибнут от концентрации в 0,1 объемн. % синильной кислоты. В теплицах применяют очень небольшие концентрации синильной кислоты; для этой цели пользуются цианистым кальцием или подобными препаратами, из коих медленно и постепенно выделяется синильная кислота. Так как влажный воздух, яркий солнечный свет, высокая температура воздуха способствуют повреждению растений, то работа обычно производится ночью. Не следует поливать растения водой: влажная земля задерживает синильную кислоту, вследствие чего могут повреждаться корни.

Поражение синильной кислотой растений объясняется тем, что вещество проникает в растение либо через корни, либо через устьица листьев и действует, так же как и в животном организме, на дыхание, на окислительные процессы и кроме того на ферментативные процессы.

При борьбе с вредителями в складах и амбарах (ледниках, крытых рынках) приходится также считаться с возможностями повреждения растительных продуктов. Нередко поражения или другие изменения наступают лишь спустя несколько дней после действия яда (Буттенберг и сотрудники). Ср. раздел «Действие газов на пищевые продукты».

С другой стороны, имеются указания, что очень небольшие концентрации синильной кислоты благоприятствуют росту растений*. Подобное же раздражающее действие отмечается и при обработке многими другими газами, как окисью углерода, углеводородами, этиленом, эфиром, хлороформом. При этом ускоряется срок созревания фруктов, помидоров, бананов, лимонов. Эти вещества применяются также в качестве средств, вызывающих раннее цветение, например ландышей, тюльпанов и т. д.

Синильная кислота, а также и ее препараты кроме того действуют стимулирующим образом на всхожесть зерновых культур и других семян, подобно многим другим средствам для протравки семян, например, соединениям ртути.

Боевые отравляющие вещества

Примененные на войне отравляющие вещества являются и для растений сильными ядами. Много данных по этому вопросу было собрано на полях сражений, а впоследствии подтверждено и в лаборатории. Облака хлора губят растительность на больших пространствах. Листья и хвоя приобретают бурую окраску и осыпаются. Лиственные деревья и растительность полей и лугов обычно вновь восстанавливаются, зато хвойные — сосны, ели, можжевельник и т. д., — остаются серьезно поврежденными в течение длительного времени (собственные, неопубликованные данные). Подобно хлору действуют фосген и его производные (дифосген и палит), хлорпикрин, иприт, мышьяковистые соединения, бромацетон. Вред для растений от синильной кислоты известен уже давно (см. выше).

По исследованиям Герена и Лормана** концентрация хлора 1:2000 либо совершенно убивает растения, либо повреждает их на длительный срок. По данным Бертрана*** хлорпикрин губит вначале старые листья и лишь в последнюю очередь почки; концентрация 20,0 г на 1 м³ воздуха при 10-минутной экспозиции переносится растениями без длительных поражений. Неоднократно делавшиеся попытки использовать боевые отравляющие вещества в народном хозяйстве**** для борьбы с вредителями имеют практическое значение. Не в последнюю очередь они имеют значение и для заключения о поражениях, полученных на производстве.

* Stoklasa, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 1904 (1920). (Влияние на бактерии, грибки, семена.)

Hülseberg, Blumen- und Pflanzenbau 1929, H. 5.

G. Gassner u. H. Rabien, Blausäure zum Fröhrtreiben. Gartenbauwissenschaft 1928 (1) 4, 385—402;

Fröhrtreibversuche mit Rosen. Der Blumen- und Pflanzenbau 1928, Augustsonderrummer, 5—6.

G. Gassner u. W. Heuer, Praktische Anleitung zum Fröhrtreiben von Pflanzen mittels Blausäure. Berlin 1927.

G. Gassner, Fröhrtreiben mittels Calciumcyanid (Cyanogas). Blumen- und Pflanzenbau 1929, 44, 3;

Neue Untersuchungen über Fröhrtreiben mittels Blausäure. Zellstimulat.forschgn 2, 1 (1926);

Der gegenwärtige Stand der Stimulationsfrage. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 44, 341 (1926).

** Guérin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 401 (1920).

*** Bertrand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 858, 952 (1920).

**** Flury, Die Tätigkeit des Kaiser Wilhelm-Instituts für physikal. Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem im Dienste der Schädlingsbekämpfung. Verh. Dtsch. Ges. f. angew. Entomol. 1919, 61.

Действие некоторых важных химических веществ на растения

Вещества	Растения	Характер действия	Литература
Азотистая кислота; Окислы азота	Листственные деревья — —	0,05 г азотистой кислоты на л ² оказывают вредное действие. Такое же действие, как и от соляной кислоты и сернистого газа. Встречаясь в виде примеси к веселящему газу, вызывают гибель растений.	König, Denkschrift, S. 202, 1896 Turner u. Christison, цит. по Wolff, l. c. — Eulenbergh, l. c. Борзков, Известия Академии Наук, 6, 451
Азотная кислота	Листственные деревья	Еще более ядовито действует, чем соляная кислота, но характер действия такой же, как у нее и у серной кислоты.	Schröder u. Reuss, l. c. 97, Berlin 1883
Альдегиды	—	Плазмолитиз	Guerin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 1598 (1920)
Аммиак	—	Нарушает процесс ассимиляции. Только в больших концентрациях действует прижигающе. Вблизи конюшен не наблюдается никаких повреждений.	Kny, Bot. Zentralblatt 73, 430 (1898). — Frank, Krankheiten der Pflanzen, S. 317. Breslau 1895
	Многие растения, пшеница, ячмень, манс, ростки горчицы	Большие различия в чувствительности; поражает рост, губит корни. Слабые концентрации оказывают стимулирующее действие.	Rossmann R., Fortschr. Landw. 2, H. 12, 384 (1927)
Аммоний сернокислый	—	В общем, оказывает незначительный вред. Слабые концентрации способствуют росту. Неоднократно отмечались поражения вблизи аммиачных и содовых фабрик.	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 524, 1886
Аммоний углекислый	Цветы (азалии)	При перевозке по железной дороге в вагонах, где раньше перевозилась данная соль, вследствие образования аммиака: почернение листьев. Общее поражение.	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 759, 1909
Асфальта пары	Телличные растения Цветы, розы, земляника, каштаны. Растения, богатые дубильной кислотой	Часто отмечаются поражения при асфальтировании улиц. Едкое действие на наружные поверхности цветов.	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 524, 1886 Alsen u. Jänicke, Bot. Ztg. 1891, № 12, 649. — Sorauer, l. c. S. 10, 1897

Продолжение

Вещества	Растения	Характер действия	Литература
Ацетилен	Горшечные растения (<i>Quecus hex</i>)	Раздражающее действие на раст. Неоднократно отмечены повреждения. Следует также помнить о возможности действия токсических примесей, как мышьяковистый водород, фосфористый водород и т. п.	Schwartz H., Flora (Jena), N. F. 22 (1927). — Brizi, Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten 1904, 160
Бензол	Травянистые растения	Признаки раздражения (последующие искривления)	Schwartz H., Flora (Jena), N. F. 22, 76 (1927)
Боевые отравляющие вещества (см. Общую часть)	—	—	—
Бром	Сосны и другие растения	В окрестностях бромных фабрик; действует так же, как и хлор	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 728, Berlin 1909
Водяные пары	Лекарственные и ядовитые растения	Частичное ослабление токсического действия растений	Liotta, Arch. Pharmacologia speriment. 18, 152 (1920)
Газы при извержении вулканов (сернистый ангидрид, сероводород, соляная кислота, окись углерода)	—	Высокое содержание паров воды в воздухе оказывает вредное действие; влияние жары, поражение дыхания При извержении вулканов полное прекращение роста растений (Санторин, Неаполь и др.)	Frank, Krankheiten der Pflanzen, S. 329. Berlin 1880
Деготь (см. также фенолы, пиридин, карболин, асфальга парь)	Садовые растения, фрукты	Поражения наступают при свежем покрытии дегтем стен, заборов. Экспериментально отмечено сильное повреждение листьев	Sorauer, l. c. Bd. I, S. 459, 746
	То же	Пары дегтя повреждают растения. В особенности при дожде и тумане; огурцы, бобы, репа, картофель становятся негодными к употреблению от действия паров	Meyer, Zentralblatt Gewerbehygiene 1, 149 (1913)
	—	На далеких расстояниях, при отсутствии сернистого ангидрида, продукты дистилляции дегтя безвредны для растений	Schöpf, Zentralblatt Gewerbehyg. 3, 27 (1915)

Зола (летучая пыль и т. д.)	Растения в ботанических садах, в Неаполе (извержение Везувия)	Ядмень	Обгорание и засыхание листьев. Действие хлористого натрия? Соляной кислоты?	Паскуале, Ref. Bot. Ztg. 1872, 729
Карболин (фенолы)	—	—	"Некротические пятна" от летучей соды фабрик	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 733, Berlin 1909
Кислород	—	—	Действие разных препаратов весьма различно. Часто отмечаются поражения растений, земляники, винограда (запах и вкуса). Пары карболовой кислоты сильно поражают листья, — плазмолиз, изменение окраски	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 748, 459, Berlin 1909
Масел пары	—	—	Рост растений в чистом кислороде сильно задерживается; растения гибнут	Böhm, Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien 1873 (Juli)
Мышьяк (в заводском дыму)	Зерновые культуры, хвойные и лиственные деревья и полевые растения	—	Действуют в окрестностях фабрик, вырабатывающих олифу (пары акролена?). Желто-коричневое окрашивание листьев. Плоды приобретают неприятный вкус	Korff, Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. -schutz 1906, H. 6
Наркотики	Ползущие растения, фрукты, виноград	—	Поражения, в особенности, если одновременно в дыму имеются свинец и сернистый газ	Stöckhardt, Polytechn. Zentralblatt, 1850, 267
Окись углерода (см. Общую часть)	Полевые и луговые продукты	—	Поражения. Карбофель как будто менее чувствителен	Eulenbergl, Gewerbehygiene, 1876
Окись этилена	Все растения	—	Швейфуртская зелень сильно поражает растения; мышьяковистый свинец значительно слабее действует	Tarpmann, Schädlingsbekämpfung, S. 240, Leipzig 1927
	Пшеница	—	Слабо действует на вегетацию, но представляет опасность при употреблении в пищу	Schroeder u. Reuss, Beschädigung der Vegetation durch Rauch, S. 22, Berlin 1883
		—	Влияют на все проявления жизни растений, на подвижность, чувствительность (миозис), обмен веществ, рост, но особенно сильно на дыхание и ассимиляцию. Обычно наступает гибель; слабые концентрации могут действовать также возбуждающим образом. Сухие растительные организмы чрезвычайно устойчивы	Winterstein, Narkose, 2 Aufl., S. 133
		—	Вредно действует на всхожесть	Gottton and Roark, Ind. Chem. 20, 865 (1928)

Продолжение

Вещества	Растения	Характер действия	Литература
Парабегид		Действует раздражающе на дыхание растений	—
Лиридин и его производные	Листья лупиновых растений (этилолированных*) Нежные части растений, цветы	Оказывает вредное действие (плазмолиз)	Guérin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 1598 (1920)
Пыль от шелочной (сода и т. п.)	Полезные растения различного рода	От дыма и отходящих газов, содержащих соду (целлюлозные фабрики, содовые фабрики), — побурение и почернение листьев; растения погибают	Ebermayer, Biedermanns Zentralblatt 1877 II, 318
Зерновые культуры, травы		Пыль от соды вызывает лимонно-желтое окрашивание, размягчение и гибель	Sorauer, Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten 1892, 154. — Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 735 (1909)
Клевер, картофель		Почернение листьев	König, Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten, 1893, 95
Листья дуба и вишневого дерева		Побурение краев листьев и их прободрение.	Там же
Хвойные деревья		Гумифицирование вещества листьев	Там же
Ртутные пары	Различные растения	Пожелтение верхушек	Там же
Сажа	—	Установлено вредное действие на металлургических заводах, а также в лабораториях	Boussingault, lber. Chem. 1867, 755. — Sorauer, Bd. I, S. 732 (1909) — Schröder u. Reuss, l. c. S. 22, 1883
Светильный газ (см. Общую часть)	—	Чистая сажа безвредна. См. однако Зола, Газы, Фенолы, Деготь	Stöckhardt, Tharandter forstl. Jahrbuch 21, H. 3, 23. — Wislicenus, Ztschr. f. angew. Ch. 1901, H. 28
Сернистый ангидрид (см. Общую часть)	—	—	—
Серный ангидрид (см. Общую часть)	—	—	—
Сероводород	—	Концентрация 1 : 3000 вредно действует	Morren, Rech. experim. London 1866, S. 73
	—	Оказывает более слабое действие, чем пары кислот и сернистый ангидрид	Schröder u. Reuss, Schädigung der Vegetation durch Rauch, S. 98, Berlin 1883

* Растения, выросшие при недостатке или полном отсутствии света. Ред.

Синильная кислота (см. Общую часть) Скипидар (и герпены)	Листья винограда и прочие листья Бобовые, маис, ростки растений, энолированные растения	роста, чахлость, измененные окраски краев листьев	Molz, Geisenheim-Berichte 1905 Nemes u. Frantisek, Biochem. Ztschr. 104, 200 (1920) Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie, Bd. 2, S. 313, 1863.—Turner u. Christison, цит. по Wolff, l. c. König, Biedermanns Zentralblatt 1885, 418.—Wielner u. Hartleb, Ber. Dtsch. Botan. Gesellschaft, 1900, 348
Соляная кислота	Хвойные и лиственные деревья	Все эфирные масла, а также и пары смол могут оказывать вредное действие. Окисливание, окисленные дубильных веществ Фабричные газы гибельно действуют на растительность, аналогично сернистому газу Поражения; иглы и листья опадают	—
Угнетоводороды (см. "Светильный газ" в Общей части) Углекислота	Цветы, кусты, небольшие деревья	Вредно действует на ассимиляцию Растения гибнут при объемных концентрациях от 1:10000 до 1:20000	—
Уксусная кислота	Все растения	Необходимое питательное вещество для растений. Недостаток его в воздухе оказывает вредное действие; большой избыток (выше 10%) — парализует рост, дыхание, ассимиляцию, в особенности при сильном освещении Воздух, содержащий пары уксусной кислоты, в особенности при образовании росы, вредно действует. Плазмолиз. Слабые концентрации способствуют всхожести и росту	Saunders u. Godlewsky, Arb. bot. Inst. Würzburg 3, 343 (1894).—Frank, Krankheiten der Pflanzen, S. 327, Breslau 1880 Passbender u. Grevillius, Landw. Vers.-Stat. 52, 195 (1912)
Фенолы	Молодые побеги, нежные части растений	Вредно действуют при обмывании ими теплиц, парников, колья виноградинок; являются средством для борьбы с вредителями — "карбомин"	Guérin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 1598 (1920)
Формальдегид	Зеленые растения	Оказывает токсическое действие в более высоких концентрациях, причем оно значительно сильнее на свету, чем в темноте	Grafe u. Vieser, Ber. Dtsch. Botan. Ges. 27, 431 (1920)
	Ростки (Phaseolus vulg.)	Легкое поражение (средство для протравки посевного материала, картофеля)	—
	Нижние растительные организмы (бактерии и т. п.)	Является сильным антисептическим средством	—

Вещества	Растения	Характер действия	Литература
Фтористый водород	Сосна, лиственница, каштановое дерево	Обширные поражения (дым медеплавильных заводов)	Schröder u. Reuss, Beschädigung der Vegetation durch Rauch, S. 98, Berlin 1883
	Вся растительность	В качестве составной части дыма, выделяющегося из керамических производств, фосфоритных фабрик, в особенности при влажном ветре вызывает окрашивание листьев в красный цвет	Wislicenus, Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten 2, 255 (1892)
	Зерновые культуры, в особенности рожь	Суперфосфатные фабрики оказывают вредное действие	Mayrhofer, Vereinigung Bayer. Verfr. d. angew. Ch. 10, 127.—Rode, Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten 1895, 135
	Растительность	Газовые, суперфосфатные, химические заводы, кирпичные и гончарные заводы,—все они вредно действуют на широком пространстве	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 722, 1909
Хинин	—	Плазмолиз	Guerin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170 (1920)
Хлор	—	Концентрация в 0,5 об. % быстро убивает большинство растений. Временная потеря листьев вследствие плазмолиза при действии 1 : 2000 в течение 1—2 сек.	Starkenstein-Rost-Pohl, Toxikologie, S. 68, 1929 (рус. пер. ч. I, М., 1931)
	Все растения	Один из самых вредодействующих газов: вызывает обезличивание, засыхание, отмирание. Действует как будто быстрее, чем соляная кислота. Край листьев засыхают	Guérin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 401 (1920) Eulenberg, Gewerbehygiene, S. 43, 1876 Richardson, Roy. commission p. 95, London 1878
	Свежие и засушенные лекарственные растения	Уменьшение содержания действующих веществ	Liotta, см. Бром
	Цветы, резеда и т. д.	Действует как будто слабее, чем кислые пары	Turner u. Christison, цит. по Wolff, Forsch. Agrikult. u. Pflanzenphys., S. 229, Leipzig 1847
	—	Хлор действует быстрее, чем газы, содержащие соляную кислоту	Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 717, Berlin 1909
	—	Листья делаются морщинистыми и гибнут в атмосфере, содержащей такие небольшие концентрации хлора, которые не чувствительны для человека	Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 87

Хлористый водород (см. Соляная кислота)	—	—	—	—	Schwarz H., 1. c.
Хлороформ (ср. также Наркотини)	Разные растения	Оказывает раздражающее действие, вызывает усиление гутации, искривления. Более высокие концентрации вредно действуют	—	—	Verschaffelt, Pharm. Weekblad 1920, 1163
Этилен	Цветущие растения	Изменение окраски цветов. Химическое разложение; способствует появлению пахучих веществ	—	—	Литература у Winterstein, Narkose, 2 Aufl, S. 143
—	Семена (клевера, гороха, пшеницы)	Хранение в течение многих месяцев в атмосфере хлороформа не отражается на всхожести	—	—	Luckhardt, Klin. Wschr. 4, № 16
Этиловый спирт	Цветы (гвоздика)	Средство для ускорения цветения. 1 часть на 2 миллиона вредно действует на гвоздику	—	—	Ullmann, Technische Enzyklopädie, 2 Aufl, Bd. I, S. 754. — Crocker W. u. J. Knight, Bot. Gaz. 46, 259
—	Неспелые лимоны, апельсины, помидоры, бананы	Быстрое поспевание, уменьшение содержания кислот, увеличение содержания сахара	—	—	Guerin et Lormand, C. r. d. l'Acad. des sciences 170, 1598 (1920). — Lewin, Gifte und Vergiftungen, S. 513. — Schwartz H., 1. c.
Эфир (ср. также Наркотини)	Зеленые растения, а также грибы (Penicillium)	Плазмолиз. Осыпание листьев; быстрое оживание на открытом воздухе. Раздражающее действие	—	—	Winterstein, Narkose, 2 Aufl, S. 136
Эфирные масла (ср. Скиндар)	Семена и зерновые культуры Все растения	В общем отмечается замедление роста; на определенной стадии также и ускорение („раннее цветение“). Возбуждает дыхание у растений. Усиливается производство углеводов	—	—	Winterstein, Narkose, 2 Aufl, S. 145. Frank, Krankheiten der Pflanzen, S. 319, Breslau 1895
Эфиры монохлорпроизводных жирных кислот	Пшеница	Не отражается на всхожести В больших концентрациях — поражения. Окрашивание листьев в бурый цвет Вредно действуют на всхожесть (1—2 л на 28 м ² хранилища)	—	—	Roark, Ind. Chem. 20, 512 (1928)

Защита растений и борьба с их повреждениями, вызванными дымом и газами

В зависимости от обстановки речь может идти:

1. О мероприятиях со стороны сельского и лесного хозяйства, например учреждение охранных зон, насаждение дымоустойчивых видов деревьев (береза), подходящее удобрение (в первую очередь обеспечение известью) с целью улучшения почвы.

2. О технических мероприятиях: переводе или перемещении предприятий, ночной работе и т. д.; если же это невозможно, то о соответствующем обезвреживании отходящих газов. Очень часто удается без особых затруднений развести газы. Это требуется лишь в отношении предприятий, расположенных в долинах и низменностях и применяющих угольное и т. п. топливо с содержанием сернистого ангидрида, примерно, в 0,05 объемн. %. При выделении большего количества сернистого ангидрида в неблагоприятных условиях должны быть применены специальные способы для разведения этого газа. Кроме того могут применяться методы восстановления, связывания и использования его. В общем следует добиваться того, чтобы в местах расположения древесных насаждений и других полезных растений концентрация сернистого ангидрида не была выше 0,0005 объемн. %.

Литература

- Wolff, Chemische Forschungen über Agrikultur und Pflanzenphysiologie. S. 475, Leipzig 1847.
 Stöckhardt, Chemischer Ackermann 1863, 255; 1872, 111.
 Hasenclever, Beschädigung der Vegetation durch saure Gase. S. 12. Berlin 1879.
 Schroeder u. Reuss, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Berlin 1883.
 Frank, Krankheiten der Pflanzen. S. 313. Breslau 1895.
 Wislicenus H., Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden, H. 1—11. Berlin 1908—1916.
 Специальный каталог: Rauchschäden. Dresden, Hygiene Ausstellung 1911.
 Wieler, Neue Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen. S. 314. Berlin 1905.
 Crocker and Knight, Bot. Gaz. 46, 259 (1908).
 Welten, Pflanzenkrankheiten. S. 34. Leipzig 1920.
 Knight and Crocker, Toxicity of Smoke. Bot. Gaz. 55 (May 1913).
 Doubt, Sarah L., Response of Plants to Illuminating Gas. Bot. Gaz. 63 (March 1917).
 Harvey and Rose, Eff. of Illuminating Gas on Root Systems. Bot. Gaz. 60 (July 1915).
 Stoklasa, Über Rauchschädigungen und Beschädigungen durch Fabrikexhalation in Thoms, Handbuch der praktischen Pharmazie, Bd. 5, S. 280. 1929.
 Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. I. Berlin 1924.
 Hoehn, Über die Einwirkung von Gasen und Dämpfen auf Pflanzen. Diss. Würzburg 1931.

D. ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВ В МЕДИЦИНЕ

Газы и пары уже издавна играли важную роль в терапии и применялись главным образом в виде окуривания; лечебное действие этого способа было давно известно.

В новейшей медицине на первом месте стоит вдыхание газов и паров для успокоения болей и наркоза. С лечебной целью применяются также ингаляции жидких веществ; эти же ингаляции применяются иногда как противоядия при отравлениях. Некоторые газы, будучи применены в виде газовых ванн, служат повидимому хорошим сред-

ством для лечения не только кожных заболеваний, но и общих заболеваний организма. Наконец газы и пары до сегодняшнего дня широко применяются для целей дезинфекции.

Ниже будут кратко описаны лишь более известные старые и новые методы, главным образом с точки зрения опасностей, связанных с их применением. Дальнейшие данные приведены в богатой специальной литературе.

Наркоз и ингаляционная анестезия *

Значение ингаляционного наркоза базируется на том, что наркотизирующий, подобно рулевому, может регулировать — «управлять» в желательном направлении течением самого наркоза путем добавления или уменьшения количества вводимого жидкого наркотического вещества.

Среди многих жидких веществ метанового ряда, которые действуют все почти без исключения наркотически, имеется лишь ограниченное количество веществ, нашедших применение в медицине в качестве наркотиков. При выборе их в прошлом больше руководствовались случайными наблюдениями, нежели точными и систематическими испытаниями. И только проведенные в последнее время опыты дали возможность установить определенную точку зрения на теорию этого вопроса, а также выявить широкий путь для практического применения этих веществ. Благодаря этим опытам глубоко изучены физические свойства газов и зависящее от них действие на организм. Так например сейчас определенно установлено, что хлороформ, являющийся наряду с эфиром важнейшим наркотиком, более вреден, чем большинство других наркотических средств. Подобно всем остальным галоидозамещенным углеводородам он действует на сердце и кровообращение, а при длительном наркозе — также на другие органы и их функции в большей степени, чем свободные от галоидов наркотические средства. Глубокий, а в особенности длительный хлороформенный наркоз представляет тяжелое нарушение нормальных жизненных процессов организма и ни в коем случае не является лишь быстро прекращающимся, легко восстанавливаемым выключением деятельности центральной нервной системы.

Тот факт, что уже небольшие, сравнительно с другими наркотическими средствами, количества хлороформа достаточны для наркоза, указывает на сильную ядовитость хлороформа. Разница между наркотически действующей концентрацией в воздухе, в крови и тем самым в нервной системе, и смертельной концентрацией («амплитуда действия») исключительно мала. С увеличением концентрации ядовитость, т. е. опасность его для жизни, растет при хлороформе значительно быстрее, чем при применении других веществ. Если необходимая для получения наркоза относительно очень низкая концентрация его во вдыхаемом воздухе 1,2—1,4% увеличится примерно до 2%, то уже появляется опасность смертельного исхода. Наркоз азотом начинают с 60% содержания его в воздухе и доходят до 70%; при наркозе этиленом дается примерно 90% этилена и 10% кислорода; позже дают 80% этилена. Наркотическая «амплитуда действия» у хлороформа меньше, чем у свободных от галоидов наркотических веществ. Эта особенность присуща хлороформу и близким к нему химическим соединениям, например дихлорметану, хлористому этилу, бромистому

* См. также раздел «Ингаляционные наркотики» в «Общей токсикологии».

этилу и др. Он отличается однако от них тем, что наркоз наступает значительно позже и медленнее прекращается, так как выравнивание между содержанием хлороформа во вдыхаемом воздухе и содержанием его в крови наступает чрезвычайно медленно. В начале наркоза в крови всегда содержится большее количество хлороформа, чем это необходимо для глубокого наркоза, так как при атмосферном давлении во вдыхаемом воздухе должна быть концентрация более высокая, чем концентрация его в крови, фактически потребная для наркоза (согласно закону Генри). Степень насыщения, необходимая для равномерного наркоза, достигается только долгое время спустя. Как видно из кривых насыщения, этот недостаток хлороформа присущ и менее ядовитому эфиру*. Менее опасно осуществить наркоз в тех случаях, когда удастся быстро получить в крови наркотическую концентрацию. Это свойственно вновь введенным в последнее время наркотическим газам — этилену, ацетилену и пропилену. Коэффициент растворимости наркотического вещества в крови может служить показателем скорости наступления равновесия в содержании его в воздухе и крови (Гендерсон и Хаггард). Чем меньше этот коэффициент, тем благоприятнее условия для наркоза. Из нижеприведенной таблицы следует, что этилен близко подходит к идеалу наркотического газа:

Коэффициент растворимости

Эфир	15,00	} в крови при 37°
Хлороформ	10,3	
Хлористый этил	2,5	
Ацетилен	0,73	
Закись азота	0,43	} в воде при 18°
Пропилен	0,22	
Этилен	0,13	

Таким образом наркотические газы сильно различаются по способности переходить из вдыхаемого воздуха в кровь. Если газ мало способен к переходу в кровь, то трудно бывает получить глубокий наркоз, как это мы имеем при веселящем газе. При нормальном давлении воздуха и нормальном насыщении крови кислородом не наступает глубокого наркоза. Однако при недостатке кислорода, а следовательно при определенной степени удушья может быть получен глубокий наркоз, если атмосферное давление нормально. На практике достигают безопасного наркоза путем добавления к закиси азота достаточного количества кислорода. Ацетиленовый наркоз практически безопасен, но не всегда он бывает достаточно глубоким. По сравнению с этиленом ацетилен («Narcylen» по Виланду и Гаусу) обладает тем недостатком, что его коэффициент растворимости значительно более высок, вследствие чего наркоз наступает несколько медленнее. Добавлением возбуждающей дыхание углекислоты этот недостаток можно устранить.

Закись азота и вышеуказанные новые наркотические газы, в противоположность хлороформу и эфиру, почти совершенно не действуют на дыхание, кровеносную систему и на другие важные для жизни функции организма. Не приходится также опасаться вторичных заболеваний, пневмоний, тромбозов.

* Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 142, 1927 (рус. пер. Гендерсон-Хаггард, Вредные газы в промышленности, Гострудиздат, 1930, стр. 136). — Trendelenburg, Theorie des Narkotisierens mit Gasen. Narkose u. Anästh. 1, H. 1 (1929). См. так же L. Lendie, Arch. f. exp. Pathologie u. Pharmacologie 139, 146 (1929).

Дальнейшее введение во врачебную практику мало опасных наркотических газов зависит от конструирования соответствующих дешевых дозирующих аппаратов. Для многих случаев окажется повидимому необходимым применение комбинированного наркоза газами, но в этом вопросе нет еще достаточной ясности. Всевозможные комбинации нелетучих наркотиков с эфиром, другими углеводородами, бутадиеном, бутиленом, изобутиленом, хлористым винилом, углекислотой, спиртами, «основной наркоз» с авертином и т. д. находятся еще на сегодняшний день в большей или меньшей степени в стадии опытов*. Недостаток применения низших углеводородов заключается в опасности пожаров и взрывов, которые однако при усовершенствовании аппаратуры и правильной техники наркоза исключаются.

Опасность наркотических газов заключается также в загрязнении их ядовитыми продуктами. Поэтому взятие пробы на чистоту препаратов, так же как это производится у эфира и у хлороформа, является обязательным. Возможные примеси к техническому ацетилену уже описаны в «Специальной части»; из примесей к этилену и пропилену следует обратить в первую очередь внимание на окись углерода.

Ингаляционная терапия

Целью этого вида терапии является: 1) действие лекарствами, 2) действие водой путем увлажнения, 3) действие теплом, причем обычно водяные пары являются переносчиками тепла. Лечебное действие оказывает также теплый сухой воздух.

По вопросу о действии ингалируемого тумана все мероприятия, касающиеся абсолютной дозы, концентрации, степени распределения и экспозиции нуждаются еще в специальном изучении.

При этом способе между концентрацией и действием нет столь простой зависимости, какая имеется при других способах аппликации. Объясняется это прежде всего тем, что туман не однороден и состоит из разной величины частиц. От величины частиц зависит различное их действие на клетки, а также их распределение в разветвленной системе трубок легких. Согласно имеющимся данным, наибольшее количество частиц задерживается в верхней части дыхательного тракта, более или менее значительная часть в средних частях и только небольшая часть их доходит до альвеол. Более крупные частицы облака ведут себя так же, как и частицы пыли, и сравнительно быстро оседают. При переходе от вдоха к выдоху благодаря образуемому воздушному вихрю эти частицы, в зависимости от их величины, раньше или позже отбрасываются к влажным стенкам и удерживаются ими. Таким образом получается, что крупные частицы преимущественно задерживаются уже в верхних воздушных путях, более мелкие — в средних и нижних частях легких, но в дальнейшем наступает такой момент, когда частицы уже больше не задерживаются, а удаляются в значительном количестве при выдохе. Например из мелко распыленных иодистых растворов абсорбируется только 20—50% (Гюккель и Киппер). По этому вопросу имеется много работ из области промышленной гигиены (Леман и сотрудники).

* Schmidt und Schaumann, цитир. по Ber. Physiol. 52, 175. (1930).

Из этого следует, что туман стоит ближе к пыли и дыму, чем газы и пары. Последние действуют при тончайшем «молекулярном» их распределении (диспергировании), а первые отчасти в виде довольно крупных частиц. Обычно применяемыми в медицине ингаляционными аппаратами получают частицы с диаметром 0,05—0,1 мм, а с самыми лучшими распылителями — не мельче 0,002 мм в диаметре. Эти размеры еще очень далеки от размеров молекул, диаметр которых в среднем равен $1 \cdot 10^{-7}$ см. Если даже возьмем среднюю «степень распыла» как интеграл величины частиц, то трудность более точной оценки действующей концентрации или дозы все же еще очень велика. Это относится прежде всего к таким веществам, действие которых не ограничивается местом аппликации — легкими, а проникает и в глубь организма. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что отдельные поверхности дыхательных органов, непосредственно соприкасающиеся с туманом, по-разному относятся к восприятию чужеродных веществ.

Туманы отличаются от газов также своей неравномерной (неоднородной) степенью дробления. Таким образом в данном случае приходится считаться не только с абсолютным количеством и концентрацией, но и с величиной частиц тумана (степенью дробления). При большем давлении растворы распыляются более мелко.

Понятием «количество» тумана обозначается количество ингалированного в единицу времени вещества; понятием «плотность» тумана — количество распыленного нелетучего вещества, выраженное в мм^3 или мг в литре тумана. Так как при распыле растворы солей становятся более концентрированными, то и плотность должна корригироваться с учетом фактора испарения (корригированная плотность тумана). Общая доза составляет из суммы количеств вещества, введенного с отдельными вдохами; она таким образом определяется длительностью вдыхания.

Ингаляция тумана отличается от введения твердых веществ главным образом тем, что при первой мы не имеем накопления частиц (дено), которые бы постоянно с определенной закономерностью попадали в кровяное русло.

Подобно тому как здоровая поверхность легких обладает исключительно хорошей резорбирующей способностью, так же (что сравнительно мало известно) и слизистые оболочки бронхов быстро поглощают вещества, лучше даже, чем слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта (Гейбнер).

В этом смысле поверхность легких напоминает собою серозные поверхности (Лакер).

Гейбнер* представил важные данные по вопросу о механизме резорбции жидкостей легкими. Из них, а также и из более давних наблюдений следует, что не только водные растворы кристаллоидов, которые вообще очень легко резорбируются, но также и коллоиды, крахмалы, белки, гемоглобин, аспиринированные кровяные тельца, краски, масляные капли могут проникать в бронхиальные стенки. Эти вещества проходят повидимому независимо от верхних клеточных слоев, непосредственно между эндотелиальными клетками в лимфатические щели, а отсюда уже и в кровеносные капилляры (см. рис. 45 и 46).

* Heubner, Ztschr. exper. Med. 10 (1920).

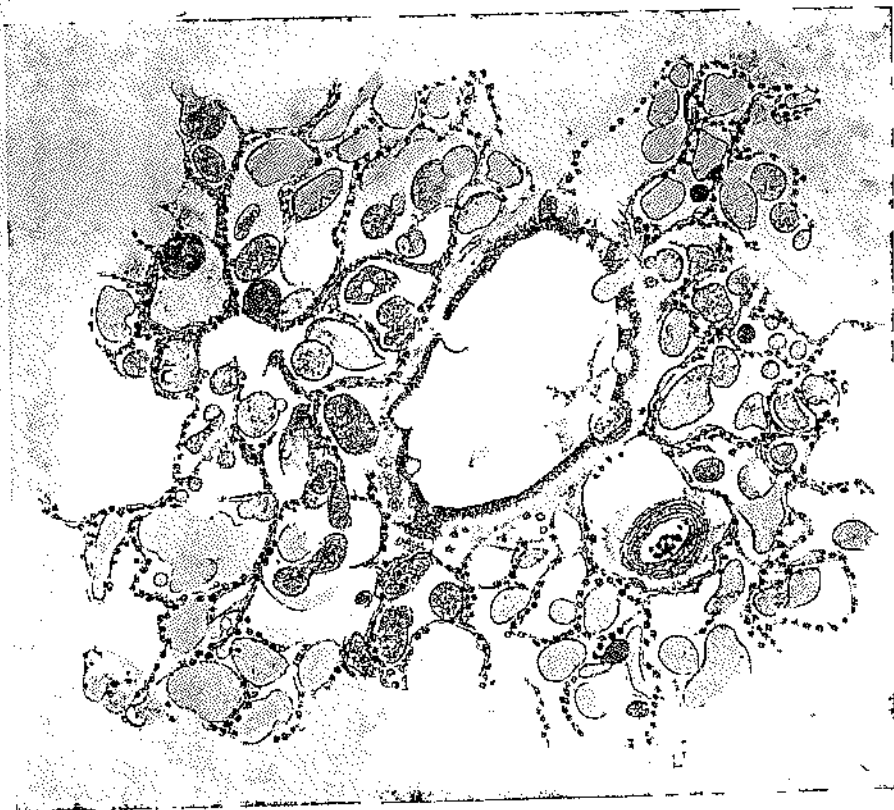


Рис. 45. Гистологический срез легких кошки после инъекции в дыхательную трубку окрашенного масла. Консервировано в формалине (по Гейбнеру).

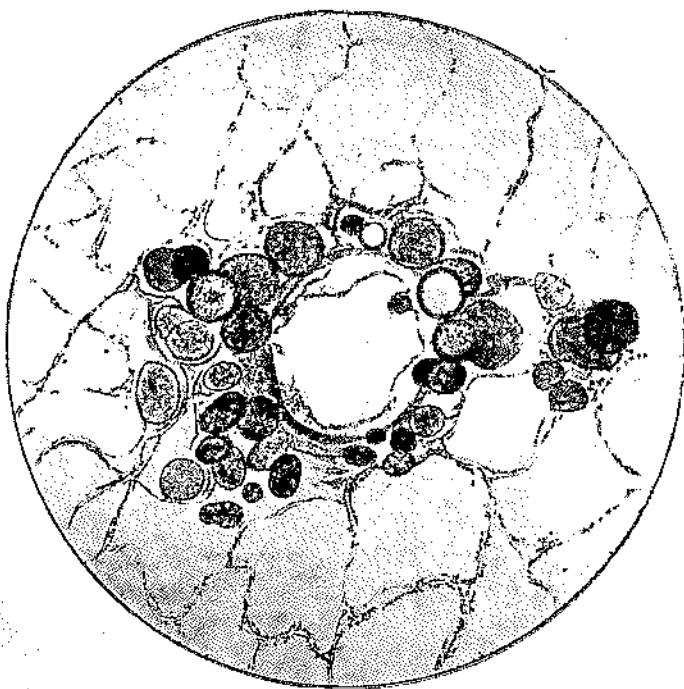


Рис. 46. Гистологический срез на замороживающем микротоме легких собаки после ингаляции окрашенного масла. Просвет бронхов полностью свободен от масла. Вокруг лежащей легочной ткани многочисленные масляные капли (по Гейбнеру).

Литература

- Hückel R. u. Kipper Fr., Über die Absorption von Inhalationsnebeln in den Atmungswegen. Ztschr. physik. Ther. 30, 190 (1925).
Hückel R., Über Inhalationsnebel. Ztschr. physik. Ther. 30, 57 (1925).
Siegel R., Studien über Inhalationsnebel. Ztschr. physik. Ther. 31, 165 (1926).
Резюмирующее изложение основ ингаляционной терапии.
W. Heubner u. Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 2, S. 481.

Лечебные средства, употребляемые в ингаляционной терапии. Метод вдыхания кислорода и озона описан подробно в другом месте. Обычные ингаляции мелко распыленных растворов солей более или менее безвредны при катаррах, бронхитах и т. п.; безвредны также водяные пары, насыщенные эфирными маслами, скипидаром, ментолом.

Напротив, астматические средства, как правило, содержат сильно действующие лекарственные вещества либо в растворах, превращенных в туман (атропин, кокаин, морфий, адреналин), либо в дыму астматических порошков, папирос и т. п. (обычно алкалоиды пасленовых растений). Туманы содержат большей частью лишь весьма небольшие количества этих действующих веществ — примерно 1—2 мг в литре тумана. Еще древне-греческие врачи были знакомы с целебным действием дыма, получаемого из листьев (белокопытника, паслена?), при астме. Недавно начали применять также лечебные средства в виде туманов против морской болезни.

Особенно много средств было предложено и использовано в разное время против легочного туберкулеза. Напомним лишь о лечении вдыханием паров дегтя [Крайтон (Krighton), 1823], креозота, нашатырного спирта, угольной кислоты [Ганеман, Беддок, Лондон 1801], сероводорода, сернистой кислоты (лигносульфит), кислот (соляной кислоты, фтористоводородной кислоты*) [ср. вновь выдвинутую кислотную терапию (Капф**)] и даже лечение хлором, бромом и иодом. В виде курьеза следует прибавить, что одно время пребывание в хлевках с теплым влажным воздухом, насыщенным парами аммиака и фенола, считалось лечебным средством против туберкулеза.

Не требует, пожалуй, особого доказательства то обстоятельство, что неосторожное и неумеренное применение вдыхания паров кислот, галондов и других раздражающих газов и паров может вызвать у больного новые заболевания. С другой стороны, следует указать на то, что вопрос о лечебном действии этих методов далеко еще не решен окончательно. Как показывает богатый опыт промышленности и лабораторной практики, вдыхание паров кислот и других раздражающих веществ, может влиять благоприятно на катаральные и воспалительные процессы дыхательных путей и как будто одновременно уменьшает опасность инфекции. Этому способствуют прежде всего гиперемия и усиление секреции. Однако пока нет вполне доказательного систематического исследования по этому комплексу вопросов, связанному с неспецифической раздражающей терапией. Сюда относится и изучаемое в течение столетий действие табачного дыма, которому в последнее время стали приписывать «дезинфицирующее действие» (формальдегид, фенолы?).

В качестве противоядий при отравлении газами уже издавна рекомендуется вдыхание некоторых газообразных веществ. При этом иногда можно добиться ослабления раздражаю-

* Langgaard, Therap. Monatsh. 1888, 178.

** v. Kapff, Säuretherapie. München, 1924.

щего действия и других неприятных симптомов. Однако применение в качестве противоядий химических средств едва ли дает лечебный эффект, главным образом потому, что их обычно применяют слишком поздно. В особенности может оказаться опасным хлор, который с недавнего времени рекомендуют в качестве профилактики против гриппозных заболеваний, а также средства против раздражающего действия органических мышьяковистых соединений, а раньше — против отравлений сероводородом и синильной кислотой. Анилин является весьма рискованным средством против отравлений хлором. Против хлора, брома, паров кислот, синильной и сернистой кислот рекомендуется применение аммиака. Против раздражающих газов применяются также пары хлороформа. Наименее вредным является вдыхание эфира, алкоголя, ментола, эфирных масел.

Особое место среди газов в медицине занимает углекислота. Чрезвычайно важно ее значение в качестве средства для возбуждения дыхания, что отмечено в других разделах настоящей книги. При применении ее против заболеваний легких именно это действие вызывает временное уменьшение одышки. Среди большого количества газов, использованных врачами в старой «пневматологии», одна лишь углекислота наряду с кислородом сохранила свое значение до настоящего времени. Она играла одно время некоторую роль в лечении ран, в зубной практике, в качестве анестезирующего средства, а также и в глазной терапии. По Демаркею (Demarquay) углекислота вызывает сильную гиперемию, что способствует ускорению лечения ран. Предложенное Фишер-Вазельсом лечение опухолей газами основано на применении углекислоты. При этом способе клетки опухоли вынуждены сильнее дышать и вместе с этим уменьшаются бродильные процессы. Углекислота кроме того является действующим фактором при некоторых пенообразующих средствах для лечения ран.

Роль углекислоты в бальнеологии уже с давних времен хорошо изучена и проверена*.

Здесь постоянно возникает вновь вопрос о проницаемости кожи. В современной бальнеологии газы — углекислота, хлористый водород, сероводород — применяются преимущественно в растворенном виде; однако несомненно, что они попадают в организм также и вдыханием. При этом способе применения вряд ли можно опасаться отравления ими. Опаснее был старый метод применения ванн, когда больные подвергались непосредственному действию газов, а не их растворов. Голова для защиты от вдыхания газов защищалась соответствующими приспособлениями. Такие углекислые ванны еще до сих пор часто применяются на курортах. Еще примерно 100 лет назад Уоллес (Wallace) в Англии и Цизе в Альтоне рекомендовали хлор в виде газовых ванн для лечения внутренних болезней, в особенности болезней печени, а также и кожных заболеваний. Сернистый ангидрид тоже применялся в виде газа против кожных заболеваний, экзантем и главным образом против чесотки (Глаубер, 1650). Во время войны этот способ с большим успехом применялся для лечения чесоточных лошадей. Очень высокие концентрации могут вызвать и общее отравление организма через кожу. В людской практике согласно неопубликованным данным Виланда сернистый ангидрид вследствие его раздражающего действия на чувствительные влажные места мало пригоден.

* Hediger St., Sauerstoff und Kohlensäure, Med. Welt, 1930, № 23, 1168. — Fischer-Wasels, Klin. Wochenschr., 1928, № 2—4.

В числе средств для окуривания, служащих для дезинфекции помещений, имеются также и сильно действующие газы. Самым старым из них является сернистый ангидрид. Еще Гомер в Илиаде упоминает о парах сгорающей серы. Галлер впервые применил в 1785 г. хлор для дезинфекции госпиталей, палат, тюрем, кораблей, а пары брома в палатах, особенно для уничтожения тяжелого запаха при раке, гангрене легких и зловонных ранах. В 1799 г. Смит применил пары соляной и азотной кислот. Рекомендовалось также применение муравьиной кислоты (Гартман). Формальдегид является новейшим средством против заразного материала. Синильная кислота непригодна для борьбы против бактерий. В противоположность только что перечисленным газам, ароматические вещества порошков и свечей для окуривания, курительной эссенции и разных пряностей безвредны.

То же относится и к нюхательным средствам, особенно часто применяемым в народной медицине против тошноты, обмороков и т. п., — спиртам, одеколону, мелисовому спирту, эфиру, гофманским каплям, уксусу, нашатырному спирту, нюхательным солям. Они рефлекторно действуют на дыхание и кровообращение и в общем безвредны. Амилнитрит, являясь хорошим средством против грудной жабы, происходящей на почве спазма сосудов, так же как и аналогично действующие эфиры (*spiritus aetheris nitrosi*), при вдыхании в больших дозах далеко не безвреден. Другие нюхательные средства, служащие скорее средствами для опьянения, чем для лечения, могут вызывать хронические заболевания, более или менее сходные с алкоголизмом. К ним относятся эфир, бензин, уксусный эфир и другие применяемые в технике летучие вещества.

Другой вид опьяняющих средств, применяемых иногда и для лечебных целей, представляют собою наркотические растения и растительные вещества, дым которых служит для вдыхания. По сообщениям Геродота, народы глубокой древности, в особенности вавилоняне и египтяне, знали опьяняющее, оглушающее и успокаивающее действие дыма некоторых видов растений. В настоящее время этой же цели служат индийская конопля, мак, дурман, белладонна и т. п. Сюда же относится дым от табака, лобелии и сходных с табаком трав. Более подробное описание опасностей и вреда от содержащихся в этих дымах ядов, главным образом алкалоидов, выходит уже за рамки данной книги.

В заключение следует еще упомянуть о том, что возможны также медицинские отравления ртутными соединениями, когда при лечении втираниями (основанном отчасти также на ингаляции ртути) вдыхаются большие количества ртутных паров. Неоднократно наблюдались отравления, большей частью легко протекающие, у других людей, находившихся в общей палате с указанными выше больными. Старым средством является окуривание киноварью*.

В заключение следует еще указать на пневматические камеры, служащие для вдыхания сгущенного или разреженного воздуха. См. раздел «Расстройства, вызываемые дыханием в атмосфере с измененным или ненормальным составом».

* Старую литературу по применению окуривающих средств и по обработке газами см. Regeis, Heilmittellehre, Bd. 2, S. 323, Leipzig 1848.

IV. ЛЕЧЕНИЕ ГАЗООТРАВЛЕННЫХ

Методы лечения газотравленных не одинаковы для всех газов. С этой точки зрения можно наметить не менее 3 групп газов: 1) удушающие газы с оглушающим действием, 2) раздражающие газы и 3) прочие газы.

1. Лечение острых отравлений удушающими газами с оглушающим действием

Сюда между прочим относятся: окись углерода, синильная кислота, сероводород, летучие наркотические вещества.

Спасательные мероприятия

Первая и важнейшая задача при газотравлениях — это спасение потерпевшего. Так как применяемые мероприятия, как правило, решают вопрос о жизни и судьбе пострадавшего, то каждый человек должен знать основные правила подачи первой помощи в несчастных случаях и уметь ее оказывать. Первое правило при газотравлениях — это удаление из опасной зоны, в данном случае из зоны ядовитых газов. Независимо от обстоятельств потерпевший должен возможно скорее быть доставлен на чистый воздух. Однако нахождение на вольном воздухе, в особенности при низкой температуре и при плохой погоде, опасно, так как оно может вести к простуде и к последующему воспалению легких. Поэтому, если только это возможно, следует перевести отравленного в теплое, но хорошо вентилируемое помещение. Наличие ядовитых газов опасно также и для самих спасающих, поэтому во избежание дальнейших несчастных случаев необходимо соблюдать следующие указания.

В случаях, когда речь идет о наполненных газом небольших помещениях, то, если только это безопасно и осуществимо, немедленно следует раньше всего их проветрить, открыв двери или выбив окна. Следует настоятельно предостеречь от входа без противогаза в помещение с целью проветривания (устройства сквозняка). Входящий таким образом в отравленную атмосферу не только не помогает потерпевшему, но еще больше осложняет дело спасения. Весьма часты несчастные случаи, когда несведущий и торопливый «спаситель», врываясь в отравленную комнату, яму, шахту, погреб, оттуда уже больше не возвращается. Человек, идущий на такой риск без противогаза, обязательно должен иметь помощника, который, оставаясь на воле, был бы в состоянии в нужный момент немедленно собственными силами спасти своего товарища с помощью спасательного пояса, каната или других средств.

Правильная спасательная работа требует надлежащего и своевременного применения противогазов — масок, кислородных аппа-

ратов, аппаратов для самоспасания. В случае надобности даже защищенных от газов участников спасания следует снабдить поясами, веревками и т. д. Составление общих для всех случаев правил по спасанию вряд ли возможно. Но совершенно необходимо требовать, чтобы везде, где только возможна опасность от газов, была составлена соответствующая инструкция по спасанию. Более подробно этот вопрос изложен в разделе «Противогазовая защита».

Подача первой помощи. Как при спасании, так и при оказании первой помощи лишь за редкими исключениями на месте оказывается врач. Отсюда вытекает необходимость оказать потерпевшему от газа соответствующую помощь еще до прибытия врача. Вслед за заботой о свежем воздухе важнейшим делом является согревание. Для этой цели лучше всего пригодны шерстяные одеяла; применение бутылок с горячей водой, нагретых камней и т. п. должно производиться с осторожностью. В результате вмешательства не в меру ревностных и неразумных помощников многие газотравленные получали тяжелые ожоги. Следует также удалить все, что стесняет свободное дыхание.

Последующее лечение исходит из характера отравления и симптомов его, зависящих прежде всего от природы газа.

Оживление. При тяжелых отравлениях от оглушающих газов пострадавшие производят впечатление умерших. Неблагоприятная обстановка обследования отравленного делает зачастую затруднительным для самого врача быстрое решение вопроса. Однако умение быстро и верно отличить истинную смерть от мнимой имеет особенно большое значение при массовых отравлениях и тому подобных катастрофах для правильного отбора пострадавших с целью оказания им помощи. Если смерть уже действительно наступила, то всякая попытка оживления оказывается бесполезной и напрасной тратой времени. В это же время могут умереть еще живые пострадавшие, принимаемые за мертвых, если не оказать им во-время помощи. Поэтому здесь уместно будет описать важнейшие отличительные признаки мнимой и действительной смерти.

Мнимая смерть. По сердечной и дыхательной деятельности обычно можно легко установить признаки жизни, явления обмена веществ и возбудимости. При тяжелых отравлениях газами может наступить такое состояние, при котором жизнь как бы прекратилась. Сознание, чувствительность, подвижность отсутствуют; обычными простыми вспомогательными средствами уже нельзя установить работу сердца и акт дыхания. Тело становится холодным. Цвет кожи то делается бледным и трупным, то розовато-красным вплоть до багрового оттенка. Рефлексы отсутствуют, мускулатура расслаблена, конечности висят, как безжизненные. Это состояние, легко переходящее в смерть, но продолжающееся иногда часами (примерно до 24-час.) и есть мнимая смерть.

Смерть. Смерть, сопровождающаяся окончательным угасанием жизненных функций, т. е. полной остановкой дыхания, деятельности сердца и центральной нервной системы, имеет целый ряд характерных внешних проявлений. Наибольшее значение имеют так называемые «достоверные признаки смерти», а именно: трупное окоченение, трупные пятна, похолодание тела. Дальнейшие признаки смерти — помутнение и серый цвет роговицы, западение глаз. Трупное окоченение наступает прежде всего в мышцах челюсти и затылка; оно часто начинается в первые часы, а иногда значительно позже, спустя много часов. Со смертью кровообращение прекращается. Из-за этого кровь

спускается в более глубокие части тела и образуются обычно синевато-красные трупные пятна. Как правило, эти пятна появляются раньше, чем трупное окоченение, — уже спустя четверть-полчаса после наступления смерти. При изменении положения трупа меняют (по крайней мере в течение первого часа) также свои места и трупные пятна. Эти пятна не следует смешивать с наблюдаемыми часто как раз при несчастных случаях другого рода пятнами на коже, получающимися вследствие ушибов, сдавлений и толчков. Бледность кожи, остановка деятельности сердца и дыхания, отсутствие рефлексов и чувствительности к боли, расслабление сфинктеров являются недоверенными признаками смерти. Трупное окоченение и трупные пятна, в отличие от рано наступающих признаков, называют вторичными признаками смерти.

Потеря сознания. Потеря сознания как следствие отравления есть выключение определенной части мозга, вследствие чего парализуется «сознание», т. е. функции ощущения, представления, воли. При этом выключается прежде всего деятельность коры большого мозга и передняя часть его. Потеря сознания является признаком тяжелого поражения важных для жизни органов, и в случае, если она затягивается на длительный срок, угрожает жизни пострадавшего. В особенности наступление смерти возможно в тех случаях, когда поражаются и другие важные для жизни центры, и прежде всего дыхательный центр. Помимо состояний наркоза потеря сознания при отравлениях газами в большинстве случаев представляет вторичное явление, являясь результатом поражения кровообращения и дыхания. Поэтому все терапевтические мероприятия раньше всего направлены на восстановление этих функций, после чего, как правило, снова восстанавливается и нормальная деятельность большого мозга. При отравлениях газами следовательно не может быть речи о воздействии особыми методами на потерю сознания, как это бывает например при повреждениях и заболеваниях мозга.

Асфиксия, или удушение — вернее, отсутствие дыхания, связанное с отсутствием пульса, приводит в кратчайший срок к угасанию деятельности большого мозга и тем самым к потере сознания. С другой стороны, возможна полная потеря сознания без всякого проявления тяжелых признаков удушения. Самым известным примером такого состояния может служить наркоз газами — ацетиленом или этиленом.

Из только что изложенных определений мнимой смерти, потери сознания и удушения вытекают принципы оживления. Если только нельзя с определенной уверенностью говорить о наступлении смерти, т. е. пока еще отсутствуют у потерпевшего достоверные признаки смерти, необходимо немедленно приступить к оживлению. Надо начинать с самых эффективных методов и проводить их до тех пор, пока не будет вновь возвращена жизнь, либо пока не будет потеряна всякая надежда на оживление.

Искусственное дыхание

Искусственное дыхание имеет целью заменить естественные дыхательные движения. Этого удастся достигнуть, по крайней мере до известной степени, путем сильного внешнего воздействия на туловище. Благодаря производимому давлению происходит сжатие стенок туловища и, как это бывает при естественном дыхании, из организма удаляется воздух. Когда, благодаря естественной эластичности, туловище вновь расширяется, воздух под действием пассивных сил всасывается

в организм. Таким образом искусственное дыхание как бы подражает нормальному действию вдыхательных и выдыхательных мышц. При этом получают колебания внутреннего «пневматического» давления, которые оказывают также влияние на ослабевшее кровообращение.

Искусственное дыхание является важнейшим средством для возвращения к жизни главным образом потому, что оно может быть применено без всяких подсобных средств и аппаратов всяким, кто только знаком с его применением. В тех случаях, когда при отравлениях газами имеется остановка дыхания или же угроза остановки дыхания, этот метод является наилучшим. Это правило однако не может быть распространено на такие случаи, когда уже наступил отек легких. На этот случай имеются более подробные указания в разделе «Лечение отека легких». Большое значе-

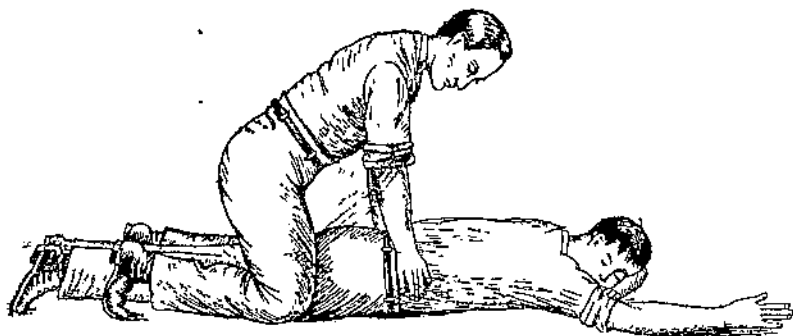


Рис. 47. Искусственное дыхание по методу Шеффера.
I. „Выдох“.

ние этого метода для оживления не подлежит никакому сомнению. Однако еще и до сих пор нет единодушия насчет лучшего метода его применения. Дать подробный обзор обширной литературы по этому вопросу нет возможности. Здесь будут изложены лишь немногие методы, имеющие наиболее широкое практическое распространение. По мнению Гендерсона и Хаггарда предложенный Шеффером метод является наилучшим. В настоящее время этот метод применяется в Англии, США и др. странах.

Метод искусственного дыхания по Шефферу:

1. Потерпевший укладывается на живот. Одна рука вытянута прямо, другая согнута в локте. Лицо обращено в одну сторону и лежит на руке, либо на предплечье, так что нос и рот свободны для дыхания.

2. Оказывающий помощь становится на колени с расставленными ногами над бедрами пациента так, что его колени соприкасаются с тазобедренными суставами или с отверстиями карманов его брюк. Оказывающий помощь кладет свои ладони на область поясницы пациента, причем пальцы так прилегают к ребрам, что мизинец касается как раз нижнего ребра, большой палец лежит вдоль остальных пальцев, кончики пальцев не видны.

3. Оказывающий помощь считает «раз, два» и при этом подается с вытянутыми руками вперед так, чтобы вес его тела постепенно (не резко) падал на пациента. Это продолжается 2—3 сек.

4. Со счетом «три» оказывающий помощь подается назад, прекращая тем самым давление.

5. При счете «пять» он делает остановку.

6. Указанные манипуляции повторяются с осторожностью так, что оказывающий помощь подается вперед и назад раз 12—15 в мин. При этом в течение каждых 4—5 сек. происходит полный вдох и выдох.

7. В начале проведения искусственного дыхания и во время него помощник освобождает шею и грудь или туловище пациента от всех стесняющих видов одежды и укутывает его тепло в одеяло.

8. Искусственное дыхание должно без всякого перерыва вестись до тех пор, пока снова не будет восстановлено естественное дыхание, если это необходимо, в течение многих часов, или до тех пор, пока врач не установит наступления трупного окоченения. Нельзя раньше времени прекращать его из-за ошибочного предположения, что пациент мертв. Всегда еще есть надежда возвращения к жизни. Если

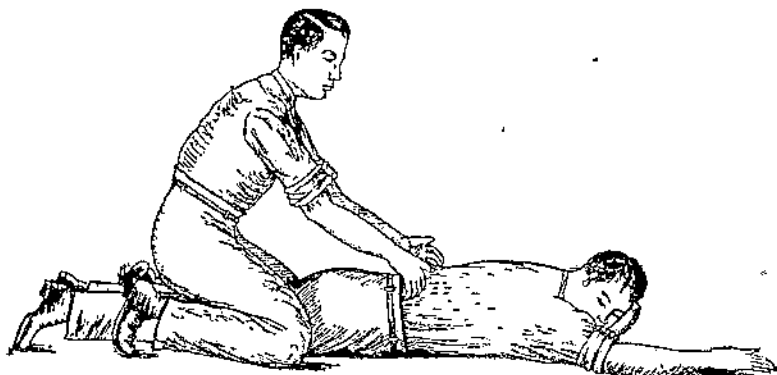


Рис. 48. Искусственное дыхание по методу Шеффера.
II. „Вдох“.

нормальное дыхание, после кажущегося оживления, вновь прекращается, необходимо возобновить проведение указанных выше мероприятий для возвращения к жизни.

Наряду с методом Шеффера необходимо еще подробно описать метод Сильвестра. Этот метод находит широкое применение в Германии, частично в несколько измененном виде, он рекомендован наставлениями старой германской армии и немецких обществ спасания, учебниками красного креста, учебниками по оказанию помощи и по уходу за больными и т. п.

Метод искусственного дыхания по Сильвестру. Потерпевший укладывается на спину. Язык у него извлекают, привязывают или ущемляют. Путем подкладывания под плечи подушки, сложенной одежды, дерна и т. п. голова запрокидывается назад, а грудная клетка, благодаря растягиванию позвоночника, расширяется. Подающий помощь становится на колени сзади головы пациента и плотно захватывает его руки тут же выше локтевого сустава с внутренней стороны и поднимает их с силой кверху и несколько в сторону. При этом грудная клетка благодаря напряжению грудных мышц растягивается и расширяется, что и приводит к вдоху. Для выдоха отведенные назад руки вновь опускают книзу, сгибают в локтевом суставе и с умеренной силой прижимают к грудной клетке. При этом локтевой сустав прижимается к середине грудной клетки. Выдох, так же как и при естественном дыхании, наступает преимущественно благодаря эластичности грудной клетки. Подражая нормальному дыханию, эти манипуляции повторяют примерно 12 раз в минуту.

Если к услугам имеется стол, подающий помощь располагается стоя сзади потерпевшего.

Комбинации разных методов. Только что описанный метод Сильвестра видоизменен и улучшен разными предложениями. В первую очередь они касаются освобождения дыхательных

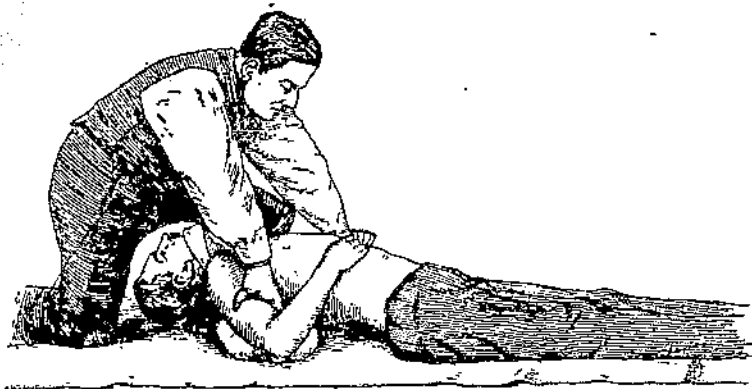


Рис. 49. Искусственное дыхание по методу Сильвестра.
I. „Исходное положение“.

путей мерами, препятствующими западению языка при положении на спине. Ряд мероприятий касается фиксирования языка. Язык вытаскивается и удерживается носовым платком, языкодержателем, щипцами для языка, продетой через его кончик ниткой, а также и путем пристегивания его английской булавкой к нижней губе. Но в настоя-

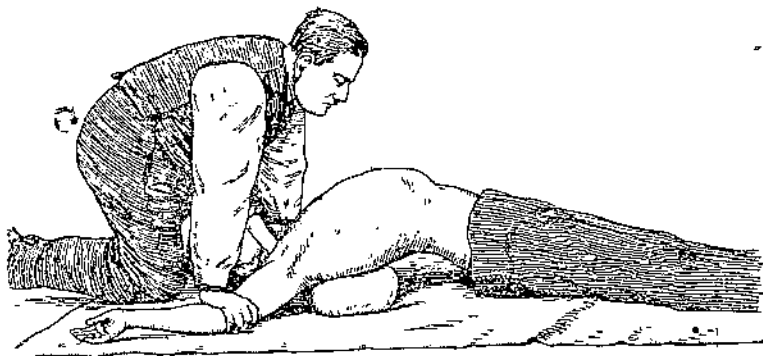


Рис. 50. Искусственное дыхание по методу Сильвестра.
II. „Вдох“.

щее время считают, что самый простой способ освобождения дыхательных путей—это сильное вращение головы в сторону. Согласно данным Леви и Мейера при этом корень языка удаляется от позвоночника и таким образом расширяется вход в гортань.

Брош предложил подсовывать под спину, под поясничную область, скамеечку (валик) так, чтобы голова и ноги потерпевшего свисали книзу, при вдохе вытягивать руки вверх и по возможности назад, а при выдохе энергично прижимать локтевые суставы к грудной клетке. Этим самым значительно усиливается действие метода Сильвестра.

Гертер предложил дальнейшую комбинацию этого метода со способом Говарда. Согласно способу Говарда оказывающий

помощь, стоя на коленях, располагается над лежащим на спине потерпевшим, находясь лицом к лицу с ним (см. рисунок). Под спину подкладывается подушка. Подающий помощь кладет свои руки ладонями на боковые стенки грудной клетки на высоте подложенной подушки и наклоняется затем вперед. Благодаря этому руки

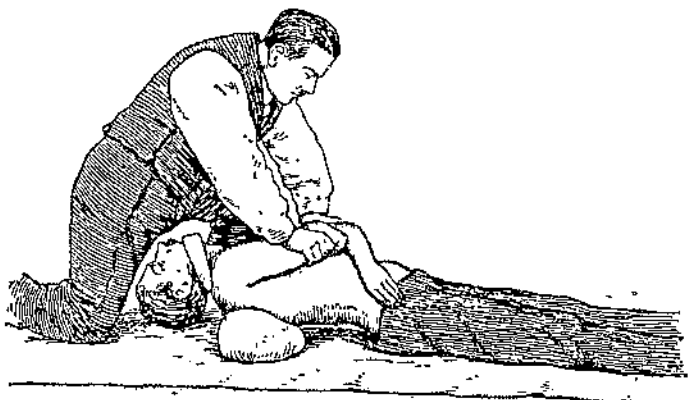


Рис. 51. Искусственное дыхание по методу Сильвестра.
III. „Выдох“.

и вес тела подающего помощь сжимают боковые стенки грудной клетки потерпевшего. Через несколько секунд подающий помощь быстро снова подымается, руки, однако, остаются на грудной клетке. Благодаря ослабленному давлению на ребра грудная клетка эластиче-

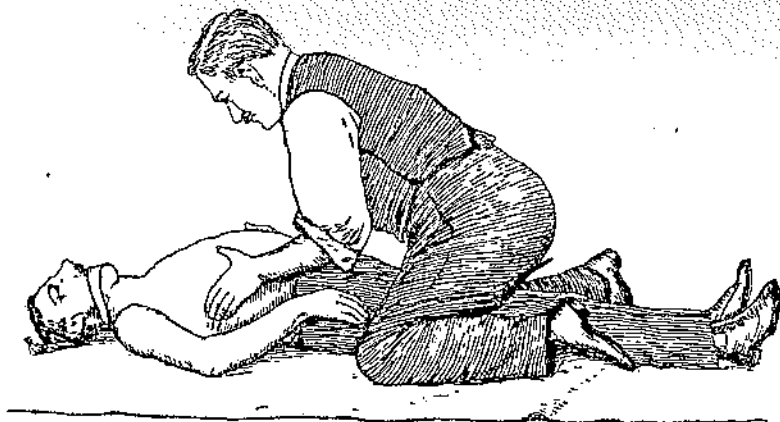


Рис. 52. Искусственное дыхание по методу Говарда.
Сдавливание грудной клетки: „Выдох“.

ски вновь возвращается в состояние покоя. Но оказалось практически необходимым, производя дыхание по способу Говарда, предварительно отводить руки потерпевшего вверх над его головой и там их удерживать. Таким образом получилось соединение его с методом Сильвестра.

Наряду с методом Сильвестра в германской армии применялся и метод Говарда. Преимущество этого последнего метода состоит в том, что помощь оказывается одним человеком, в то время как при других методах необходимы 2, а то даже и 3 человека. Этот метод может быть использован и при ранениях, переломах рук и т. п., так

как при этом руки остаются без движения. Но в этом же заключается и недостаток этого метода — недостаточная вентиляция легких. Это обстоятельство привело к дополнению этого метода методом Сильвестра. Имеется еще опасность нанесения повреждения потерпевшему из-за сильного и толчкообразного движения. Шеффер также указал на возможность перелома ребер, разрыва печени и на другие повреждения органов, могущие произойти вследствие внезапной нагрузки на тело. Метод Сильвестра в этом смысле совершенно безопасен.

Если сравнить метод Шеффера с остальными методами, то получаются следующие результаты.

Прежде всего этот метод отличается тем, что потерпевший укладывается на живот. В этом состоит его большое преимущество, так как дыхательные пути остаются тем самым свободными. Излишним в этом случае является фиксирование языка; пена, желудочное содержимое могут вытекать. С другой стороны, проветривание легких здесь незначительно, так как уменьшенный, благодаря давлению плеч и позвоночника, внутренний объем грудной клетки при пассивном вдохе не вполне расширяется. Здесь меньшая опасность для ребер и внутренних органов, однако она еще полностью не исключена. Пожалуй, самым большим недостатком метода Шеффера является полное отсутствие массажа сердца.

Как раз на эту сторону действия немецкие авторы обращают большое внимание. Согласно опытам, проведенным в Германии, метод Сильвестра-Броша является лучшим, как в смысле наиболее действительного массажа сердца, так и в смысле наилучшего проветривания легких. Конечно этот последний метод значительно больше утомляет оказывающего помощь, чем методы Шеффера и Говарда, являющиеся чисто экспираторными методами. Они меньше, чем метод Сильвестра, соответствуют механическим условиям естественного дыхания. Последний метод в комбинации с методом Броша является не только экспираторным, но и инспираторным. Растягивание вверх грудной клетки и расширение внутренней части ее заставляют атмосферный воздух войти в расширенные легкие. Благодаря образуемому при этом отрицательному давлению в дальнейшем также присасывается кровь и ускоряется кровообращение. Подобное действие в методах Шеффера и Говарда лишь очень незначительно.

Каждый из описанных методов имеет свои недостатки. Эти недостатки лежат отчасти в самом принципе метода и не могут быть исправлены, частично однако они могут быть смягчены и избегнуты благодаря искусному надлежащему выполнению. В общем успех дела зависит от овладения техникой избранного метода.

Методы искусственного дыхания с помощью аппаратов. Для облегчения работы, главным образом при пользовании методом Сильвестра, рекомендована специальная аппаратура. Самым известным является аппарат «Inhabad» для вдыхания, предложенный шведским морским врачом Фризом. Этот аппарат состоит из доски с вращающейся на ней системой рычагов. Лежащего на спине потерпевшего укладывают туловищем на доску, при этом наклоненная назад голова фиксируется особо. Руки его прикрепляют ремнями к шестам, имеющим вид трапеции, и затем оказывающий помощь ритмически двигает их вверх и вниз. Поясной ремень обхватывает при этом нижнюю часть грудной клетки и верхнюю часть живота и при выдохе сжимает эти части тела, при вдохе же, во время

поднимания рук кверху, он расслабляется, вследствие чего эластическая грудная клетка получает возможность расширяться. По характеру своего действия этот аппарат соответствует комбинированному методу Сильвестра-Говарда. Обслуживание аппарата легкое и удобное и в руках понятливого и привычного лица он дает удовлетворительные результаты. С аппаратом справляется один человек.

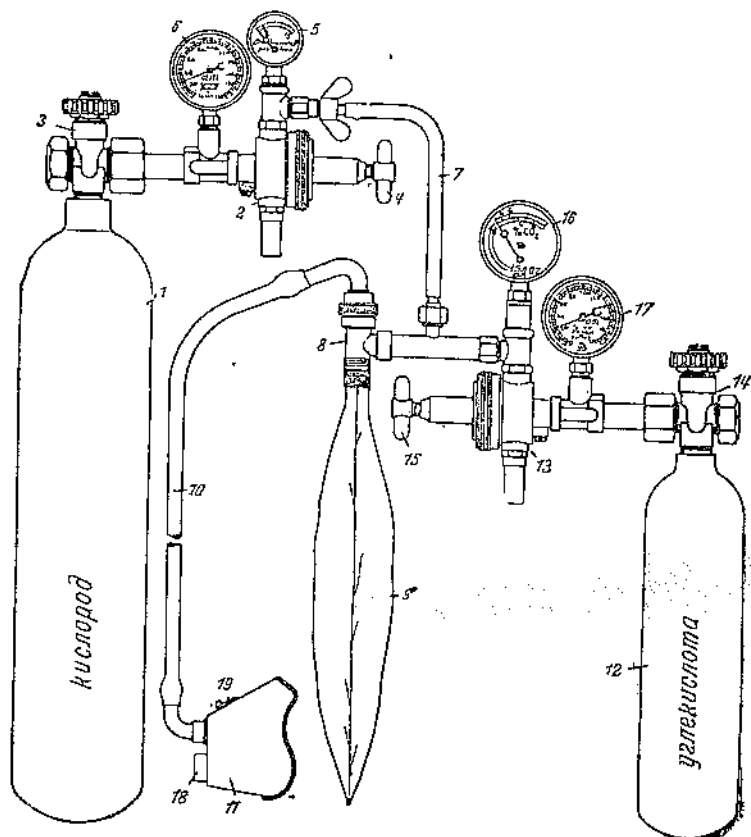


Рис. 53. Кислородный баллон Дрегера с добавлением углекислоты (схема)

1 — кислородный баллон; 2 — редукционный вентиль для кислорода; 3 — запорный вентиль для кислорода; 4 — регулирующий кран; 5 — манометр; 6 — финиметр (измеритель запаса кислорода); 7 — соединительная трубка между кислородом и углекислотой; 8 — аппарат для регулирования запаса; 9 — дыхательный мешок; 10 — выдыхательная трубка; 11 — мундштук; 12 — баллон для углекислоты; 13 — редукционный вентиль для углекислоты; 14 — запорный вентиль для углекислоты; 15 — регулирующий кран; 16 — манометр; 17 — финиметр; 18 — выдыхательный вентиль; 19 — заслонка.

Конечно, желательна помощь второго человека для поддержания свободными дыхательных путей и для обслуживания кислородного прибора, соединенного соответствующим образом с аппаратом. Новые модели этого аппарата комбинированы с автоматической подачей кислорода.

Вдувание кислорода

Вдувание воздуха в дыхательные пути является старейшим методом оказания помощи мнимо умершим. При отравлениях газами наиболее эффективным методом в настоящее время признается введение кислорода. Этот метод дает лучшие результаты, чем простой

метод искусственного дыхания. Сочетанием этих двух методов лучше всего достигается основная цель — возвращение к жизни. Для снабжения легких кислородом имеется много способов. При методе вдувания, предложенном почти одновременно и Мельцером и Фольгардом, равномерная струя кислорода направляется в недышащие легкие, либо при помощи соответствующей резиновой трубки, либо зонда, либо же при помощи легочного катетера. Все способы вдувания такого рода вызывают изменение давления в легких по сравнению с нормальным. Даже при ритмическом вдувании изменения давления в легких носят обратный характер по сравнению с тем, что имеет место в норме. Кровь в венах, правда, приобретает артериальный характер, но она лишь очень слабо приводится в движение по сравнению с тем, что имеет место при ритмическом сжатии грудной клетки. Быстрое и сильное повышение давления может вызвать повреждение исключительно нежной легочной ткани. Метод вдувания с помощью зонда и т. п. не приобрел практического значения. Гораздо шире пользуются кислородными приборами, которые соединены с накладываемой на лицо маской вместо соединения источника кислорода с трубкой, введенной в рот или даже в дыхательное горло. Большинство кислородных приборов состоит из баллона (кислородной бомбы), из которого кислород с помощью редукционного вентиля поступает под слабым давлением в шланг и под плотно прилегающую к лицу маску. Воронкообразная маска, состоящая из гибкого металла, легко может принять форму лица. По присоединенному к прибору мешку можно следить за количеством вдыхаемого кислорода. Объем этого мешка должен быть около 2—3 л и во всяком случае больше, чем объем одного вдоха, который при искусственном дыхании по Сильвестру достигает примерно 1,5 л. Для целей оживления следует сочетать метод введения кислорода с методом искусственного дыхания. При лечении же легочного отека, напротив, искусственное дыхание не нужно, даже вредно; в этом случае кислород должен способствовать не оживлению, а борьбе с одышкой, уменьшению болей и успокоению. На фронте для этой цели пользовались военным кислородным аппаратом. Более крупный кислородный аппарат был снабжен двумя или четырьмя шлангами и масками. Весьма употребителен кислородный ящик Дрегера, у которого имеется также приспособление для снабжения кислородом с добавлением углекислоты (рис. 53)*.

Другая группа кислородных аппаратов устроена так, что кислород не только можно вдувать, но и вновь отсасывать. Потребная для этого сила получается от давления сжатого кислорода; регулирование достигается с помощью камеры и добавочных вентилях, так, как это бывает при отсасывающем и нагнетающем насосе. К этой группе относятся: легочный мотор (Lung-Motor), аппарат Брата и часто применяемый в Европе пульмотор.

Пульмотор представляет собой кислородный аппарат с автоматическим управлением, подающим кислород в легкие при избыточном давлении, равном 20—25 см вод. ст. Как только давление доходит до этой высоты, аппарат автоматически переключается и отсасывает обратно из легких объем воздуха, соответствующий введенному в легкие объему воздушнокислородной смеси; одновременно к прибору засасывается наружный воздух. Для правильной работы пульмотора безусловно необходимо полное герметическое прилега-

* Подобный прибор изготавливается трестом «Техника безопасности». Ред.

ние маски (мундштука, воронки для дыхания) к лицу пострадавшего (рис. 54)*.

Пульмотор на разных ступенях своего развития встречал противников. Они постоянно указывали на нефизиологический, не соответствующий естественным условиям путь попадания кислорода. Другие находили недостатки в его несколько сложной конструкции. Получавшаяся в старых его моделях концентрация кислорода ока-

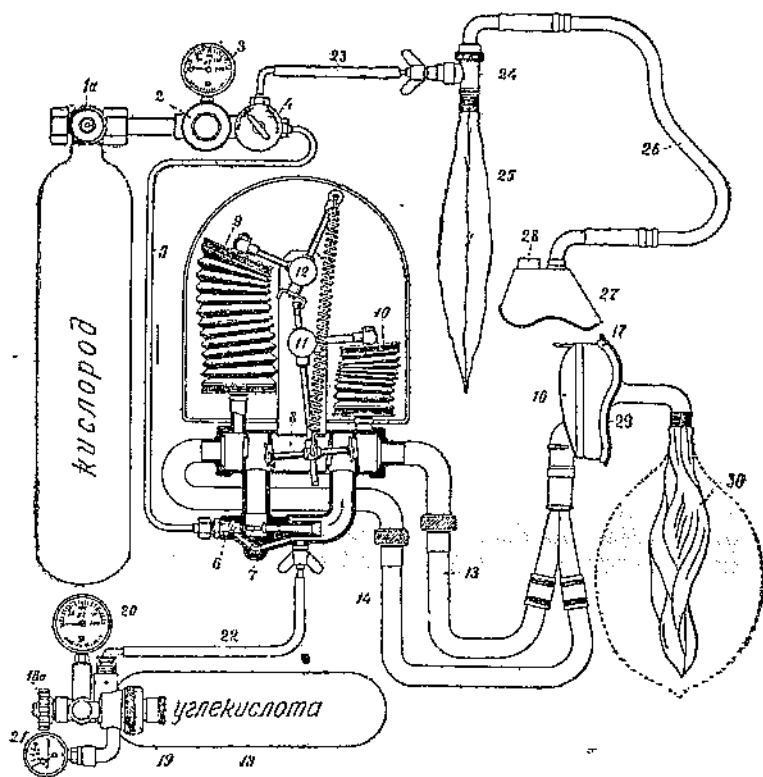


Рис. 54. Пульмотор Дрегера с добавлением углекислоты (схема)

1 — кислородный баллон; 1а — вентиль для закрывания кислородного баллона; 2 — редукционный вентиль; 3 — манометр (измеритель запаса кислорода); 4 — переключатель; 5 — кислородная трубка; 6 — инжектор; 7 — дополнительная кислородная трубка; 8 — направляющая камера; 9, 10 — направляющие мехи; 11, 12 — направляющий механизм; 13 — дыхательная трубка; 14 — выдыхательная трубка; 16 — дыхательная маска; 17 — уплотняющая маска; 18 — баллон для углекислоты; 19 — редукционный вентиль; 20 — устанавливающий манометр; 21 — манометр (измеритель запаса углекислоты); 22 — трубопровод для углекислоты; 23 — трубопровод для кислорода (к ингаляционному прибору); 24 — запасный аппарат; 25 — запасный мешок; 26 — дыхательная трубка; 27 — дыхательная маска для ингаляции; 28 — выдыхательный вентиль; 29 — тройник к показательному и пробному мешку; 30 — показательный и пробный мешок.

зывалась недостаточной. Из-за усиленной вентиляции легкие слишком сильно раздувались, вследствие чего можно было опасаться повреждений и даже разрывов. В новейших моделях эта опасность едва ли имеется. По Брунсу изменение давления при расстройстве кровообращения и ослабленной сердечной деятельности может оказаться вредным. Главным недостатком в нем считают однако отсутствие

* Трестом «Техника безопасности» выпущен оживляющий аппарат ОКА, который служит для механизированного производства искусственного дыхания по Сильвестру с подачей кислорода пострадавшему. Эти аппараты более надежны и просты, чем пульмоторы. Ред.

массажа сердца. Но при одновременном массаже сердца рукой этот недостаток устраняется. Затруднения при герметизации маски также могут быть устранены с помощью ее сгибания, смазывания, подкладки и т. п. Последняя модель имеет следующие преимущества: полная автоматизация, устранение утомительного «ручного дыхания», легкая возможность контроля правильной функции и проходимости дыхательных путей, подача высокопроцентного кислорода, большая степень вентиляции легких по сравнению со всеми методами искусственного дыхания. Кроме чистого кислорода, эта модель дает возможность подачи предложенной Гендерсоном и Хаггардом смеси из кислорода и углекислоты («Карбоген-аппарат»). Таким образом, несмотря на многочисленные отрицательные отзывы, работа по улучшению пульмотора продолжается, и полностью отвергать его применение нельзя. Во всяком случае он имеет широкое применение и, судя по многочисленным отзывам, на практике прекрасно себя оправдал. Однако последнее слово в вопросе о пульмоторе несомненно еще не сказано.

Вообще до сих пор еще нет единой точки зрения по вопросу о пригодности всех методов искусственного дыхания. Для этого имеются различные основания. Во-первых, экспериментальные физиологические данные получены либо на здоровых опытных объектах, либо на еще теплых трупах. У здоровых людей либо совершенно не удастся, либо же удастся с большим трудом полностью выключить произвольное или бессознательное дыхание. С другой стороны, у трупов приходится обычно считаться с большей или меньшей степенью окоченения. Повидимому к условиям, имеющимся у мнимо умерших, весьма близка картина, наблюдаемая у человека с искусственно, с помощью усиленного дыхания, вызванным апноэ (отсутствием дыхания) (Л и л и е ш т р а н д).

В статистике спасательных обществ, пожарных команд и тому подобных организаций обычно приводятся все случаи отравлений с оказанием помощи. Однако среди них приводят часто и неподходящие случаи, — с одной стороны, легкие случаи отравлений со слабым, но все же достаточным дыханием, которое восстановилось бы и без всякого лечения, а с другой стороны, случаи явно безнадежные. Приведение в чувство лишь тогда имеет виды на успех, когда самостоятельное дыхание и работа сердца еще полностью не прекратились или, по меньшей мере, прекратились весьма незадолго, максимум за несколько минут, до начала оказания помощи. С другой стороны, нет необходимости применять искусственное дыхание у спокойно дышащего человека, скорее даже это вредно.

Получить ясную картину пригодности тех или других аппаратов для дыхания на основании статистических данных еще труднее.

К этому следует еще прибавить, что аппараты то и дело улучшаются или изменяются изготовляющими их заводами, и часто суждение базируется на знании старых моделей. Возражения основаны зачастую на более или менее значительных технических недостатках и несовершенствах: неудобстве при пользовании, большом весе, сложном уходе, трудности изучения, затруднениях при смене кислорода, неудовлетворительном положении маски, плохой пригонке аппарата при необычных размерах тела, — все это в единичных случаях может служить препятствием для применения. Однако это не должно еще служить основанием для общей оценки приборов. Тот или иной аппарат может не годиться для военных целей, но может с успехом применяться стационарными спасательными станциями.

промышленными предприятиями, рудниками. Основное преимущество ручного метода оказания помощи заключается в том, что он может быть с успехом применен немедленно, еще задолго до прибытия аппарата. Однако при массовых отравлениях, как например при катастрофах на рудниках, применение аппаратов незаменимо. Ни один аппарат не является идеалом и не отвечает на все предъявляемые к нему требования, да и вообще естественное дыхание никаким искусственным не может быть заменено. Гендерсон и Хаггард особо подчеркивают основные недостатки всех механических приспособлений и вытекающие из этих недостатков опасности; помимо того, что они уступают ручному методу и требуют больше опыта и практики, они редко в нужный момент находятся под рукой. На перевозку, выгрузку, установку и подготовку их для пользования уходит дорогое время. Сердце окончательно останавливается в лучшем случае через 10 мин. после прекращения дыхания, обычно же через 6 мин., а иногда и раньше. Пока оказывающий помощь ожидает прибытия аппарата, потерпевший успевает умереть. Основной вред упомянутые авторы видят в том, что пользование ручным способом обычно прекращается, когда полагаются на механическую аппаратуру; благодаря этому последняя может принести больше вреда, чем пользы.

Следует здесь еще отметить, что успехи искусственного дыхания переоцениваются как широкими кругами, так и врачами. Это относится также и к ручным методам, которые все же остаются лишь несовершенными вспомогательными средствами. Однако перечисленные здесь методы занимают все-таки первое место среди методов приведения в чувство; следует подчеркнуть, что рука человека является лучшим средством для оживления (Румп). Мы не имеем лучших терапевтических средств, чем искусственная вентиляция легких с одновременной дачей кислорода и энергичным массажем сердца. Большим шагом вперед является недавно предложенное добавление к кислороду углекислоты, упомянутое уже выше.

Применение углекислоты при оживлении. Введение углекислоты является заслугой Гендерсона и Хаггарда. Они указывают, что применявшийся в течение многих лет кислород сам по себе имеет некоторые недостатки. При нормальном дыхании кислород вызывает едва заметное ослабление (задержку) дыхания. Эта задержка резко усиливается, когда дыхание понижено или ослаблено вследствие других препятствий. При прибавлении к кислороду 5%, а еще лучше 6—7% углекислоты, вредное действие устраняется. При тяжелых отравлениях некоторыми авторами предлагается прибавление 10% углекислоты*. Углекислота как мощное средство, возбуждающее дыхание, не только преодолевает всякое более легкое уменьшение деятельности дыхания, но даже и полную его остановку, в особенности отсутствие дыхания (арное вега) при отравлениях вследствие уменьшения количества углекислоты в крови. Углекислота замещает этот дефицит и одновременно возбуждает дыхательный центр. Являясь естественным возбуждающим средством, она в этих случаях действует так же, как и в норме. Сверх того она способствует выделению летучих чужеродных ядов, вследствие чего ее употребляют не только для лечения газотравленных, но и при наркозе для ускорения выделения наркотического вещества из организма и

* Murphy a. Drinker, Journ. ind. Hyg. 12, 92 (1930); цит. по Zentrablatt Gewerhyg. N. F. 7, 355 (1930).

с целью сокращения или устранения периода неприятных явлений после наркоза.

При приведении в чувство Гендерсон и Хаггард предлагают применять по возможности немедленно кислород с примесью 5% углекислоты. Вначале рекомендуется вдыхать эту смесь в течение 20—30 мин. При производстве искусственного дыхания также необходимо все время одновременно вводить углекислоту, способствующую появлению нормального дыхания. «Н. Н. ингалятор» (Н. Н. Inhalator) состоит из кислородного баллона с редукционным вентилем, игольчатого вентиля, эластического мешка для запаса газовой смеси и маски. Маска должна совершенно плотно прилегать

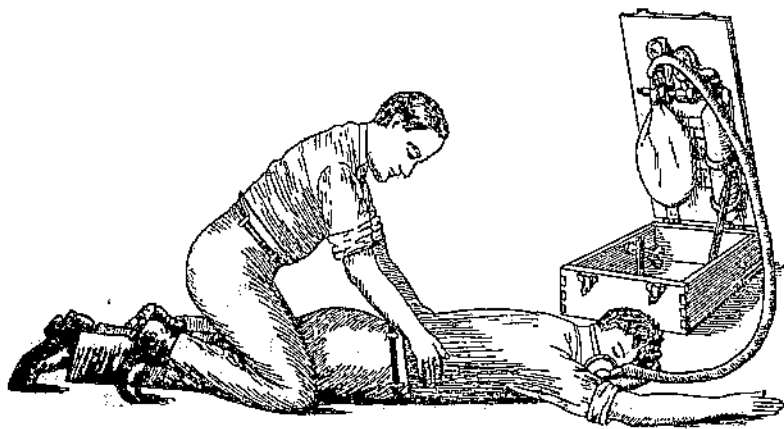


Рис. 55. Искусственное дыхание в комбинации с дачей кислорода.

к лицу. Она имеет выдыхательный клапан для удаления выдыхаемого воздуха и вдыхательный, расположенный вблизи эластического мешка. Последний клапан обеспечивает поступление наружного воздуха, если пострадавший усиленно дышит и ему не хватает доставляемой газовой струи. Углекислота, благодаря этому приспособлению, разбавляется наружным воздухом и таким образом объем дыхания вследствие уменьшения возбуждения остается в нужных пределах.

При применении «Н. Н. ингалятора» вначале открывается вентиль от баллона с кислородом (предпочтительнее от двух баллонов); указатель игольчатого вентиля устанавливается на 0. Затем на лицо отравленного медленно надевается маска, плотно прижимаемая у подбородка и выше носа. Как только маска хорошо укреплена, широко открывают игольчатый вентиль до тех пор, пока смесь кислорода с углекислотой не устремится в мешок, а отсюда под маску со скоростью вначале 5—6, а позже 10 л/мин. Если пациент вдыхает меньшее количество газа, чем то количество, которое притекает, мешок остается заполненным; если же он вдыхает большее количество, мешок спадается. Во время дачи газа при увеличенном объеме дыхания вентиль должен быть установлен таким образом, чтобы мешок при отдельном вдохе ни в коем случае полностью не спадался. Целесообразно давать смесь кислорода и углекислоты при помощи аппаратуры так, как это представлено на рис. 55. Как только начинается возбуждающее действие углекислоты, объем дыхания поднимается до 20—30 л. Примерно это количество является максимумом того, что может дать ингалятор. Если несмотря на это объем дыхания продолжает увеличиваться, тогда начинает входить через запасный

вентиль сзади мешка наружный воздух и тем самым автоматически тормозит раздражение дыхания.

В качестве подсобного средства для доставки углекислоты может служить бутылка с сифоном; эту бутылку опорожняют до половины, переворачивают ее и направляют углекислоту, лучше всего через резиновую трубку, непосредственно в рот или нос.

Врачебная помощь. При спасении пострадавшего почти никогда не бывает врача, при оказании же первой помощи врач бывает только в исключительных случаях. Как правило, эти решающие для исхода дела задачи выпадают на долю товарищей по работе, на случайной присутствующих или на специальный спасательный персонал. Нет необходимости в более подробном разъяснении важности знания всех необходимых мероприятий, изучения отдельных методов, наличия и содержания в исправности всех спасательных средств. Отсюда вытекают обязанности для каждого человека вообще, а в большей мере для определенных профессиональных групп и не в последней мере для врача, ответственнейшей задачей которого является спасение и сохранение жизни пострадавших. Его соучастие при подготовке и усвоении методов первой помощи в несчастных случаях должно быть тем тщательнее, добросовестнее и интенсивнее, чем меньше ему представляется возможность действовать непосредственно самому в решительный момент.

Когда к врачу попадает отравленный газом, первая и важнейшая часть задачи по оказанию первой помощи обычно уже выполнена, либо в лучшем случае ее выполнение еще продолжается. Это относится прежде всего к оглушающим и удушающим газам. При отравлении раздражающими газами, о которых речь будет в специальном разделе, наоборот, судьба газотравленного решается чаще всего в зависимости от последующих мероприятий.

По сравнению с кислородной терапией и искусственным дыханием все остальные мероприятия имеют лишь ограниченное значение. Ни одно из них не является столь специфическим, как только что описанные. Переливание крови, о котором еще, пожалуй, имеет смысл подумать тотчас после вдыхания некоторых вредных газов, ненадежно, трудно выполнимо и практически часто уже бесполезно. Редко также приходится применять кровопускание при отравлении оглушающими и удушающими газами. Иногда оно даже вредно, так как наряду с удалением крови, содержащей отравляющее вещество, удаляется из организма часть необходимого для дыхания гемоглобина. Зато кровопускание бывает необходимо в других случаях, и прежде всего при легочном отеке, появляющемся в результате отравления раздражающими газами.

Особого изложения требует вопрос о применении лечебных средств. Принципиально введение в отравленный организм сильнодействующих фармакологических средств не должно рассматриваться как безвредное вмешательство. Гендерсон и Хаггард отвергают всякую последующую медикаментозную терапию (впрыскивания различных средств и т. д.) как ненадежную, бесполезную, а во многих случаях даже вредную. Но эту точку зрения трудно усвоить врачебному миру. Врач, знающий зачастую поразительное действие средств, возбуждающих дыхание, как например впрыскивание *лобелина*, будет его постоянно применять в кажущихся подходящими случаях. Это относится также и к средствам *камфарной группы*, к так называемым заменителям камфоры — *кардиазолу*, *лексетону*, *корамину* и т. д. С другой стороны, необоснованное при-

менение разнообразнейших средств для приведения в чувство может принести пользу лишь в редких случаях.

О применении внутренних средств вначале вообще не может быть и речи. При отсутствии сознания у газоотравленного введение внутрь каких-либо жидкостей или подкрепляющих средств противопоказуется, так как они не могут быть проглочены и тем самым могут способствовать удушению. Алкоголь также не рекомендуется, так как он действует не возбуждающе, а парализующе. Рвотные средства бесполезны и могут вызвать воспаление легких (пневмония от заглатывания). Амилнитрит также опасен, так как он понижает кровяное давление. Напротив, сердечные средства могут оказаться полезными. После того как газоотравленный пришел в сознание, достаточно дать ему стакан чая или черного кофе, для того чтобы поднять его общее самочувствие и устранить состояние слабости и чувство жажды. Ср. также «Лечение острых отравлений окисью углерода».

Рефлекторно действующие средства. При обмороке, слабости и потере сознания издавна применяют различные виды раздражения кожи и слизистых оболочек. Это же применяется постоянно и при оживлении вообще. Надо себе однако отдать отчет в том, что все эти средства только тогда могут принести пользу, когда вообще центральная нервная система газоотравленного реагирует на раздражение. Это относится также к обморокам. При тяжелом же асфиктическом состоянии организм так же мало реагирует на раздражающие средства, как и при глубоком наркозе.

Все более или менее безвредные раздражения начинают действовать лишь тогда, когда у газоотравленного вернулось сознание и дыхание. Сюда относятся все нюхательные средства, как уксусная кислота, нашатырный спирт, втирания спиртов, применение горчичников.

Без сомнения часто здесь обнаруживают слишком много усердия. Применяемые с самыми лучшими намерениями ревностными участниками спасания растирания, поколачивание, постукивание, растирание щетками, раздражение пяток, ритмическое вытягивание языка — никакой пользы пострадавшим от асфиксии не приносят. Гендерсон и Хаггард самым резким образом отзывались о всех подобных мероприятиях, направленных к приведению в чувство. Вследствие «обратного шока» организму может быть причинен тяжелый вред. В частности, поливание холодной водой может повлечь за собою воспаление легких.

2. Лечение острых отравлений раздражающими газами

(Сюда например относятся: пары кислот, аммиак, хлор, окислы азота, фосген и большое количество органических галоидопроизводных.)

Лечение отравленных раздражающими газами требует по многим причинам особого обсуждения. С точки зрения механизма действия эта группа газов резко отличается от газов, описанных в предыдущем разделе. Они начинают действовать, как только вступают в связь с чувствительными клетками и тканями и, в первую очередь, со слизистыми оболочками дыхательных путей и легкими. Однако, как правило, здесь также кончается их действие. В противоположность другим веществам они не проникают отсюда в кровь и из крови в мозг и в другие отдаленные органы. Их зачастую исключительно высокая ядовитость объясняется тем, что им не приходится претер-

певать ни количественных, ни качественных изменений в организме. Они поражают обычно нежную ткань легкого так сильно, что наступают тяжелые, остающиеся долго спустя после соприкосновения с ядом функциональные изменения. Наступившее раздражение долго еще продолжает действовать и зачастую вызывает опасности для жизни лишь много часов спустя. Поэтому отравление раздражающими газами протекает в основном при иной клинической картине. Потеря сознания и мнимая смерть отсутствуют; первоначально проявляющиеся при вдыхании сильно раздражающих газов признаки затруднения дыхания вскоре проходят, в то время как позже наступившие, опасные для жизни проявления удушья вызываются другими причинами, вследствие чего они также требуют совершенно другого лечения. Это следует учесть уже при спасании и оказании первой помощи.

Спасание и оказание первой помощи. Первым делом, естественно, является удаление газотравленного из опасной зоны. И здесь для оказывающего помощь представляют опасность имеющиеся еще газы. Раздражающие газы в большинстве своем сильно абсорбируются и мало летучи; поэтому они пристают надолго к волосам, одежде, одеялам. Так как обычно происходит постепенное испарение газа в атмосферу, то, если только это возможно, необходимо переменить одежду. Следует иметь в виду возможную опасность при транспортировке в закрытых повозках одежды с абсорбированными газами. Отравленного следует по возможности быстрее доставить в хорошо вентилируемую, желательно теплую комнату. Кроме теплоты физический и душевный покой имеют крайне важное значение. Если только это возможно, то не следует допускать, чтобы отравленные сами ходили — их необходимо носить или возить, так как при всяком усилии увеличивается потребность в кислороде и учащается дыхание. Даже более длительная перевозка больного связана с опасностью для его жизни. Положение его должно быть удобно и не должно мешать свободному дыханию. Этим требованиям больше всего соответствует положение на спине, а в случае надобности одновременно с высоко поднятой верхней половиной тела.

Методы лечения. О причинной терапии, основанной на уничтожении причины вызвавшей отравление, при раздражающих газах не может быть речи. Неоднократно рекомендованные и примененные химические средства, служащие для нейтрализации, связывания, обезвреживания газа в легких, либо совершенно недействительны, либо их нет в нужный момент. С помощью слабых щелочей, а также и паров алкоголя, эфира, хлороформа можно еще несколько облегчить местные субъективные признаки раздражения в верхнем дыхательном тракте, а также устранить действие остатков кислот во рту и зеве, но наступившее поражение легких не удастся приостановить или полностью прекратить. Последующее вдыхание распыленных щелочных растворов, соды, двууглекислого натрия, гипосульфита, аминов в этом отношении бесполезно; ингаляция аммиака или даже анилина, а также и хлора против легко окисляющихся газов не рекомендуется, как опасная. Осторожное нюхание аммиака и даже хлора во многих случаях все же может быть полезным и облегчить некоторые ощущения раздражения. Таким образом лечение является исключительно симптоматическим и должно быть направлено на различные проявления отравления. В данном случае имеются главным образом два симптома, угрожающие жизни: отек легких и, как важнейший результат его, затруднение кровообращения.

Лечение отека легких. До настоящего времени не разрешен еще вопрос, как воспрепятствовать появлению отека легких. Многочисленные старания, направленные к тому, чтобы приостановить развитие уже наступившего отека или же полностью его ликвидировать, также не дали еще никаких положительных результатов. Поэтому важнейшим мероприятием пока является лечение затруднений дыхания. Легкие, частично наполненные отечной жидкостью, в спокойном состоянии некоторое время еще справляются в достаточной мере с газообменом, хотя и с помощью напряженной работы дыхательных мышц. Но как только от легких требуется повышенная работа, газообмен нарушается. Происходит накопление углекислоты при одновременном недостатке кислорода, что вредно действует как на кровообращение и центральную нервную систему, так и на легкие — последнее обстоятельство еще более усиливает отек. Всякое движение, даже приподнимание для врачебного обследования, увеличивает опасность. Самое важное требование — это полнейший покой, для того чтобы уменьшить потребность в кислороде и падить дыхание. Одышка лучше всего прекращается при даче высококонцентрированного кислорода. Смесь кислорода и воздуха должна быть достаточной, чтобы устранить цианоз и удовлетворить потребность в кислороде. Если дыхание стало нормальным, то можно прекратить дачу кислорода с тем, чтобы в случае необходимости использовать его для других больных. Если имеются коллапс и «серый цианоз»*, то следует как можно раньше приступить к введению кислорода для того, чтобы устранить недостаток кислорода в крови (аноксемию) и цианоз. Здесь дача кислорода крайне необходима даже в том случае, когда больной как будто сохранил свои силы и функциональные поражения кровообращения и дыхания еще не заметны. Добавление к кислороду углекислоты излишне, так как и без этого кровь перегружена ею. Кислород не следует направлять через неплотно примыкающую к лицу воронку, он должен быть доставлен через хорошо укрепленную и удобно сидящую на лице маску. Надевать маску нужно не резко, успокаивая при этом больного, как при наркозе. Газоотравленные зачастую сильно расстроены также и психически. Польза от вдыхания кислорода выражается не только в прекращении цианоза и в уменьшении удушья, но также и в улучшении общего самочувствия и душевного состояния, улучшении пульса, облегчении болей и общем успокоении. Не следует однако ожидать, что дачей кислорода будет достигнуто полное прекращение удушья, так как кислород не может существенным образом воздействовать на вторую причину удушья — перегрузку крови углекислотой. При раздражающих газах необходимо особенно следить за вдыханием кислорода и производить его прежде всего по возможности при слабом давлении. Можно применять для этих целей уже вышеупомянутые аппараты для вдыхания кислорода, у которых струя кислорода точно регулируется вентилем и может быть контролируема с помощью эластического мешка и манометра. Доставка кислорода регулируется по мере необходимости. Слишком сильное давление является опасным для легких, так как оно может послужить причиной эмфиземы и повреждения ткани. Применение аппаратов с повышенным давлением, а также и пульмоторов рискованно. Во всяком случае, когда налицо уже имеется поражение легких, необходимо

* «Серый цианоз», характеризующийся пепельно-серой окраской губ и видимых слизистых оболочек, имеет место в случаях, когда отек легких протекает на фоне резкого ослабления сердечной деятельности. *Ред.*

при пользовании подобными аппаратами всегда соблюдать величайшую осторожность. Пользование ими разрешается только в случае крайней необходимости. Не следует также применять искусственное дыхание ввиду опасности разрывов легких, в особенности когда имеется сильный отек последних. Пока имеется самопроизвольное дыхание, искусственное дыхание вообще не показано. Только при непосредственной опасности для жизни, т. е. при угрожающей или при уже наступившей остановке дыхания, эта манипуляция может быть испробована, и притом только врачом, но исключительно осторожно и бережно.

Наряду с борьбой с одышкой следует обратить внимание на вторую важнейшую задачу: на борьбу со сгущением крови и с его последствиями — затруднением сердечной деятельности и кровообращения. Для этой цели служат 2 метода: с одной стороны, введение жидкости посредством вливаний физиологических солевых растворов и капельных клизм, с другой стороны, усиление обратного всасывания жидкостей из тканей тела в кровь. Последнее лучше всего достигается кровопусканием — выпускают 500 см³ крови, а у сильных, полнокровных людей до 800 см³. Этим самым не только достигается разжижение крови, но также облегчается работа правого сердца и венозной системы. Кровопускание оказывает лучшие услуги, чем вливание физиологического раствора. Это последнее средство, будучи применено в комбинации с кровопусканием, может оказаться полезным, в особенности в тех случаях, когда имеется значительный венозный застой. При сердечной слабости, коллапсе, значительной бледности кровопускание воспрещается. Врач в каждом отдельном случае должен сам решить вопрос, какому способу следует отдать предпочтение. Против вливаний физиологического раствора могут быть возражения главным образом потому, что при всякой доставке больших количеств жидкости создается, хотя и быстро проходящая, опасность перегрузки сердца и венозного кровообращения. Вместо кровопускания применяются также потогонные средства. Они имеют то преимущество, что способствуют разжижению крови, не удаляя из нее важных для жизни составных частей ее. Потоотделение лучше всего достигается укладыванием больного в предварительно нагретую постель и укрыванием его теплыми одеялами.

Предложенные до сих пор мероприятия могут быть еще дополнены медикаментозной терапией. Весьма полезны сердечные средства, в первую очередь, строфантин — $\frac{1}{2}$ мг интравенозно, даже когда сердце работает еще удовлетворительно. Впрочем следует избегать слишком усердного лечения. На высоте отека легких не действуют никакие средства, кроме кислорода. Средства, возбуждающие сердце и кровообращение, могут иногда потребоваться, но как правило они излишни. Излишни также, а в большинстве даже вредны, средства, служащие для повышения кровяного давления, а также и алкалоиды, как стрихнин, атропин, лобелин, наркотики, средства от кашля, снотворные и т. п. Не следует применять морфий из-за опасности его для дыхательного центра. Местная терапия отступает на второй план по сравнению с необходимой в первую очередь терапией по спасению жизни. Раздражение слизистых оболочек, мучительную сухость в горле и тому подобные жалобы удается облегчить вдыханием водяных паров, распыленных растворов слабых щелочей, минеральных солей, полосканием очень слабыми солевыми растворами и раствором двууглекислого натрия. Против болей рекомендуется применять ментол и эвкалиптол. Гербис предлагает для

«отвлечения» болей и для облегчения судорожных явлений горячие компрессы на грудь, а также и тепло на другие участки тела — на туловище, конечности и в особенности теплое укутывание икр. При всех этих мероприятиях всегда следует возможно меньше беспокоить больного.

Поражения от «нарывных» и раздражающих кожу газов. Кроме раздражающих газов, в узком смысле этого слова, имеются некоторые вещества большей частью мало летучие и плохо растворимые в воде, которые отличаются своим общим ядовитым действием на клетки. Более известны из них иприт, производные фениларсина, а также и содержащие мышьяк люизиты. Некоторые из этих веществ, не оказывая раздражающего действия непосредственно после их аппликации, вызывают однако зачастую тяжелые поражения не только слизистых оболочек, но и кожи и вообще всех тканей, с которыми они соприкасаются, независимо от того, применены ли они в форме паров или в жидком виде.

Они отличаются по своему действию на дыхательный тракт от других раздражающих газов тем, что прежде всего действуют на слизистые оболочки верхнего дыхательного тракта, редко вызывая отек легких, а значительно чаще другие поражения легких — эмфизему, ателектаз, геморрагии, бронхопневмонии и т. п.

Местное лечение заболеваний верхних дыхательных путей в принципе то же, что и при раздражающих газах — создание влажной атмосферы, облегчение болей с помощью воды, тепла и индифферентных лечебных средств. Особенно важен уход за ротовой полостью. Заболевания зева, гортани, воздухоносных путей требуют обычного лечения. Слизистые оболочки носа можно, кроме промывания, лечить индифферентными мазями. При опухании слизистых оболочек можно применять смазывание кокаином-адреналином и т. п.

Заболевания легких требуют в общем симптоматического лечения. В виде исключения могут оказаться необходимыми применяемые преимущественно в других случаях искусственное дыхание, введение кислорода, кровопускание. Искусственное дыхание является опасным из-за часто имеющейся эмфиземы легких; вдыхание кислорода показано только при появлении признаков отека легких, а также и при тяжелой одышке; для кровопускания врачебные показания отсутствуют. Основной задачей и в этих случаях является создание полного покоя для больных органов; поражение органов речи требует полного молчания пациента. По мере надобности можно прописать средства, ослабляющие раздражение или же разжижающие секрецию — дыхание во влажной теплой атмосфере, отхаркивающие препараты и средства против кашля. Работа сердца и кровообращение требуют к себе заботливого и длительного внимания.

Обычно удается избежать поражений кожи, в особенности от жидких веществ, если тотчас применить химические дегазаторы, как хлорная известь, хлорамины, гипохлориты и т. д. Даже несколько позже примененные мази, пасты, присыпки из хлорной извести могут ослабить поражение, но длительное применение этих средств само по себе вредно. Быстрая и энергичная обработка кожи известными растворителями — четыреххлористым углеродом, керосином, бензином, мыльным спиртом, мылом дает также некоторую гарантию от поражений. Но простое растирание без растворителей способствует дальнейшему распространению поражения. Если уже наступили поражения, то применяют индифферентные присыпки, боле-

утоляющие мази и прежде всего гидротерапию, ванны, укутывания, орошения. Из-за опасности некрозов и возможности затруднения оттока секрета не рекомендуется тугое бинтование. В дальнейшем лечении применяют средства, способствующие грануляции, мази и перекись водорода для очистки раневых поверхностей.

Далее важное значение имеет еще лечение поражений глаз, вызываемых действием этой группы раздражающих веществ. Очень часто при попадании капельно-жидкого вещества первые секунды и минуты могут быть решающими для дальнейшей судьбы пострадавшего. При всяком ожоге глаз, получающемся например при действии аммиака под давлением, необходимо обильное орошение водой широко раскрытого глаза. Это удобнее всего делать при положении пациента на спине. Всякое тяжелое поражение глаз газами или парами, а также и наступившее через несколько часов воспаление, если только это возможно, должно лечиться глазным врачом. Испытанными средствами являются промывания 3%-ной борной кислотой, тепловатым физиологическим раствором поваренной соли и т. п. (при необходимости пользуются раствором 1 чайной ложки соли на $\frac{1}{2}$ л кипяченой воды), индифферентные мази, щелочные глазные мази, содержащие 1—2% двууглекислого натрия, чистейший белый вазелин. Очень важно спокойное положение глаза и забота о свободном оттоке секрета. Никаких тугих повязок, никакого давления на глаза, защита от света. В необходимых случаях врач прописывает атропин против возможного наступления аккомодационного спазма и местные анестезирующие средства, не повреждающие роговой оболочки. Кокаин не рекомендуется.

Общее лечение. Отравления местно раздражающими газами вызывают поражения слизистых оболочек области рта и зева, вследствие чего затрудняется прием пищи. Так как твердая пища в связи с имеющимися часто затруднениями при глотании сама собой исключается, то на первых порах ограничиваются жидкой или кашцеобразной пищей, как молоко, яйца, супы и тому подобные питательные виды пищи. Количество пищи должно быть временно ограничено с тем, чтобы не перегружать по возможности организм. Противопоказаны также на этом основании крошащиеся или рассыпающиеся продукты питания, так как они при проглатывании вызывают кашель. Следует осторожно регулировать работу желудочно-кишечного тракта.

Последующее лечение зависит от течения болезни. Покой, свежий свободный от пыли воздух, соответствующий стол, улучшение обмена веществ и общего состояния с помощью соответствующих лечебных средств, если возможно, перемена климата — вот ближайшие задачи. При обычно долго затягивающейся стадии выздоровления больные должны находиться под постоянным врачебным надзором с тем, чтобы своевременно можно было обнаружить последующие заболевания, в особенности вторичную инфекцию. Не последней заботой должно быть также воздействие на душевное состояние и успокоение больного.

3. Лечение острых отравлений прочими ядовитыми газами

Имеется большое количество газов, которые в большей или меньшей степени отличаются по своему действию от удушающих, оглушающих и местно раздражающих газов. К ним в первую очередь относятся кровяные яды, которые, либо подобно окиси углерода

поражают гемоглобин крови, либо, действуя каким-нибудь путем на кровь, вызывают различные функциональные изменения. Амино-, нитро- и нитрозосоединения бензольного ряда — вот самые известные представители ядов, вызывающих образование метгемоглобина в крови; мышьяковистый водород, наряду с другими сторонами его ядовитого действия, вызывает также образование метгемоглобина. Нитросоединения, наряду с их непосредственным действием на кровь, поражают, подобно нитритам и сложным эфирам азотистой кислоты, также и кровеносные сосуды. Вначале сосуды расширяются, а при дальнейшем поражении они совершенно расслабляются и становятся ненормально проходимыми. Другая группа летучих веществ — это некоторые металлы и соединения металлов. Их действие проявляется весьма разнообразно, но в основном оно базируется на действии ионов металла на протоплазму.

В зависимости от их распределения преобладают либо признаки со стороны нервной системы, либо со стороны крови, кровеносных сосудов или других органов и систем тела. Многие из этих веществ вместе с тем тяжело нарушают процессы обмена веществ. С токсикологической точки зрения прежде всего имеют значение ртуть и свинец, затем пары цинка, металлоорганические соединения, далее некоторые соединения хрома, карбонилы железа и никеля, летучие соединения мышьяка, сурьмы, теллура и селена. Некоторые какодиловые соединения действуют подобно мышьяковистому водороду. Фосфор, фосфористый водород и фосфины образуют самостоятельную группу. Сероводород, напротив, примыкает скорее к синильной кислоте, а отчасти и к окиси углерода. Чуть ли не каждому из этих ядов присуща характерная клиническая картина.

На этом основании нельзя предложить единообразной схемы лечения для всех этих веществ. Здесь можно лишь наметить некоторые ведущие направления.

Для спасения и оказания первой помощи при этих веществах применимы те же указания и средства, как и при остальных ядовитых газах. При спасательных мероприятиях следует иметь в виду, что тяжелые газы прежде всего скапливаются в нижних слоях, т. е. на дне глубоких шахт или резервуаров, где и создаются более высокие их концентрации.

При лечении следует учитывать наличие скрытого периода. Вначале нередко полностью отсутствуют какие-либо характерные симптомы. Отравление обычно начинается незаметно и переходит в хроническую форму, или же после длительного скрытого периода (без каких-либо внушающих опасение признаков) развиваются явные симптомы отравления. В этом смысле типично протекает отравление парами металлической ртути, фосфора и металлоорганических соединений. При мышьяковистом водороде течение болезни также замедлено. При веществах анилинового и нитробензольного ряда зачастую проходят часы, иногда дни, после вдыхания газов, прежде чем наступит цианоз вместе с сопутствующими ему явлениями. Иногда даже без всяких предвестников неожиданно наступает паралич сердца.

Следующую группу ядов с типичным скрытым периодом образуют некоторые соединения метана, как например бромистый метил, диметилсульфат, а также метиловый алкоголь. В этиленовом ряду также имеются некоторые соединения с латентным периодом действия, как окись этилена и этиленхлоргидрин. Во время этого

скрытого периода редко удается распознать и предвидеть опасность. Поэтому лечение оказывается большей частью несвоевременным. Вопрос о том, можно ли ожидать успеха от такой поздней терапии, часто остается неясным. Вообще предпосылки для рациональной терапии при отравлении газами оказываются значительно менее благоприятными, чем при попадании ядов в желудочно-кишечный тракт.

Попадание, резорбция и распределение ядов в организме происходят обычно так быстро, что всякая попытка нейтрализовать яд остается без успеха. Выделение газообразных ядов из организма в неизменном виде — сравнительно редкое явление. Несмотря на это никогда не следует терять возможности и надежд на причинную терапию, т. е. на воздействие на причину отравления. Даже в тех случаях, когда нельзя уже вызвать химического связывания или разрушения яда, можно достичь многого поддержкой правильной работы выделительных органов — легких, кишечника, почек и кожи. Движению соков в организме способствуют введением жидкости либо в виде питья — чай, кофе, молока, либо посредством введения под кожу или в кровь физиологических солевых растворов, наконец клизмами и кишечными вливаниями. Дальше иногда весьма действительны потогонительные средства. Циркулирующий еще в крови яд удается иногда, если не полностью, то частично, удалить кровопусканием. Если даже абсолютное количество удаленного яда невелико (редко больше $\frac{1}{10}$ части), все же благодаря последующему разжижению крови устремляющейся в нее тканевой жидкостью, удастся уменьшить концентрацию и тем самым добиться положительного результата. Вслед за кровопусканием следует также ввести солевой раствор, который также способствует временному разжижению. Наконец следует иметь в виду и переливание крови, но об этом еще речь впереди.

Введение кислорода является лучшим средством для удаления из крови и тканей организма растворенного в них летучего яда. И в данном случае, так же как и при отравлениях окисью углерода, синильной кислотой, наркотиками, кислород является самым надежным средством. Кислород успешно применяется вместе с углекислотой, являющейся сильнейшим средством, возбуждающим дыхание. Ингаляция показана во всех подходящих случаях, часто даже тогда, когда нет никаких признаков затруднения дыхания или недостатка кислорода или когда эти признаки еще не наступили. В остальном выбор средств, действующих на причину отравления, весьма ограничен. В некоторых случаях, главным образом при отравлениях металлами или металлоорганическими соединениями, когда в организме еще имеется ионизированный металл, могут оказать помощь сернистые препараты, например коллоидальная сера, легко отщепляющий серу в организме гипосульфит натрия. Виноградный сахар, как доказано по отношению к синильной кислоте и ее производным, также обладает свойством нейтрализовать яды. Его с успехом применяют одновременно с введением солевых растворов. Пока неясно, оправдываются ли прочие введенные недавно новые противоядия и повышающие сопротивляемость организма средства, как белковые препараты, детоксин и т. п.

Во всех случаях, когда люди подвергались действию неизвестных газов через дыхание, рекомендуется расположить их на свежем воздухе и внимательно за ними наблюдать. Наряду с теплом следует позаботиться о душевном и физическом покое. Всякие укрепляющие средства помимо чая и т. п. вначале излишни.

Введение алкоголя не безопасно, так как он может вызвать и ускорить появление признаков отравления. При парализующих ядах алкоголь из-за его наркотического действия является вдобавок опасным лечебным средством. Им можно пользоваться как болеутоляющим и успокаивающим средством на тех производствах, где природа отравления хорошо изучена и не имеется никаких других опасностей.

Совершенно иные условия имеются в тех случаях, когда вслед за вдыханием ядовитых газов немедленно появляются легко заметные, угрожающие признаки. Эти признаки могут проявиться весьма бурно в тех случаях, когда имеются высокие концентрации таких газов, как нитро- и нитрозосоединения, амилнитрит, азотистоводородная кислота. В этих случаях часто наступают острое помешательство, оцепенение, затруднение дыхания, обмороки, потеря сознания.

Многие отравления газами иногда вызывают шок и коллапс. Из терапевтических соображений не следует смешивать оба эти состояния.

Шок. Как указывает само название, шок появляется внезапно, наподобие удара. Типичные формы шока наблюдаются тогда, когда «нарывными» газами поражаются большие участки тканей. Так же как и при ожогах желудочно-кишечного тракта, внезапное воздействие на органы дыхания местно раздражающих газов приводит к сильному нервному потрясению, которое вначале может выражаться в возбуждении центральной нервной системы. При шоке, в отличие от коллапса, сохраняется в большинстве случаев сознание, в то время как все остальные функции тела угнетены. Пораженный падает, будучи не в состоянии сделать малейшее движение. Пульс обычно равномерный, но твердый, как правило, замедленный, редко несколько ускоренный; кожа бледна, влажна и цианотична. Кровяное давление вследствие возбуждения сосудистого центра часто повышено. Лечение шока заключается в полном покое, в удалении всего раздражающего и прежде всего в согревании тела. При шоке от отравления газами всякое врачебное вмешательство с применением атропина, сердечных средств и т. п., повидимому, излишне и вредно. Смерть в большинстве случаев наступает от острого удушья. Шок может закончиться самопроизвольным, медленным выздоровлением; часто он все же переходит в паралич центров. В последнем случае наступает коллапс.

Коллапс. Коллапс наступает в результате острой сердечной слабости при одновременном расширении значительных участков сосудистой системы. При отравлении газами причиной коллапса чаще всего бывает внезапное переполнение легких кровью, которое может быть вызвано расширением сосудов либо непосредственно вызванным вследствие местного действия на легочные сосуды, либо благодаря параличу сосудодвигательного центра. Быстрое падение кровяного давления приводит к сердечной слабости, потере сознания и падению температуры. Пульс едва ощутим. Кожа бледна и в большинстве случаев покрыта холодным потом. Коллапс может так же внезапно исчезнуть, как внезапно он наступил. При отравлении газами часто бывает достаточно перенести пострадавшего на свежий воздух и уложить его так, чтобы голова была низко опущенной, а ноги высоко подняты или же применить простые рефлекторные раздражители, как нюхательные средства. Наряду с полным покоем и здесь самым существенным средством является тепло, покой, укутывание

(в особенности ног) одеялами, теплые припарки на область сердца, горячие световые ванны и т. д. Весьма популярное энергичное растирание оказывается бесполезным и во всяком случае не дает тепла. В серьезных случаях применяют сердечные средства для улучшения кровообращения, — кофеин, кардиазол и т. п. Особенно действенным средством против коллапса является интравенозное введение адреналина и тому подобных средств. Как на пример газов, после вдыхания которых внезапно появляются признаки коллапса, можно указать на отравления амилнитритом, азотистоводородной кислотой, карбонилами металлов. При амилнитрите и т. п. в результате расширения кожных и мозговых сосудов, раньше всего появляются ощущение тепла, покраснение лица, биение сонных артерий, ощущение давления в голове. Внезапное воздействие высоких концентраций углекислоты может также вызвать немедленно наступающий коллапс.

Аналогичными причинами повидимому объясняются также явления со стороны центральной нервной системы, наблюдавшиеся часто во время или непосредственно после действия раздражающих газов (типа хлора, фосгена, хлорпикрина): пошатывание, спутанность, головокружение. В данном случае, как правило, речь идет не о непосредственном токсическом действии на центральные органы, но о результатах переполнения легких кровью, вследствие чего другие участки тела и прежде всего весьма чувствительный, нормально хорошо снабжаемый кровью, мозг терпит временные затруднения.

Следует еще указать на два весьма существенных признака отравления, которые подобны ранее описанным, но по характеру своему требуют специальной терапии — это цианоз при кровяных ядах и вторичный легочный отек.

Цианоз при кровяных ядах. Характерное посинение кожи у отравленных может быть вызвано, с одной стороны, избытком углекислоты и недостатком кислорода, а с другой, стороны, специфическим изменением кровяного пигмента ядами, прежде всего при отравлениях анилином, ароматическими нитросоединениями и другими ядами, образующими метгемоглобин. Отравленный только что упомянутыми веществами, несмотря на интенсивное сине-серое окрашивание губ, ушных раковин и кончиков пальцев, может себя вполне хорошо чувствовать и в первое время оставаться еще трудоспособным. Опыт на заводах боеприпасов (снарядов) показывает, что товарищи по работе часто первые обращают внимание больного на эти странные явления. Во многих случаях вначале совершенно отсутствуют одышка и прочие жалобы и симптомы. Но это состояние может в любой момент измениться и принять угрожающую форму. Внезапные припадки сердечной слабости быстро тогда приводят к коллапсу, или же наступает потеря сознания и глубокая кома. Зачастую сюда присоединяется отек легких.

В качестве терапевтических средств рекомендуются в первую очередь кислород, кровопускание, вливание солевых растворов, переживание крови.

Отек легких. Многие отравляющие вещества могут вызвать отек легких, но этот отек как по своему происхождению, так и по течению отличается от отека при фосгене и других удушающих веществах. В этом случае причиной отека является не поражение внутренней поверхности легкого, а повреждение стенок сосудов со стороны протекающей крови. Такие же явления бывают при острых и хронич-

ческих заболеваниях сердца, легких, почек*. Они могут либо привести к выздоровлению, либо к смерти. Как симптом агонии известен также так называемый «предсмертный отек легких». Он наступает при застое крови в легких во время нарастающей сердечной слабости, в результате паралича левого желудочка, при одновременном поражении стенок легочных сосудов. Эти сосуды вероятно вследствие действия на них токсических продуктов, имеющихся в кровяном русле, делаются ненормально проходимыми. Таким же образом могут вызвать вторичный отек легких резорбтивно действующие газы. Особенно известен отек легких от окиси углерода и от нитросоединений; карбонилы металлов также вызывают тяжелые поражения сосудов.

С терапевтической точки зрения этот симптом требует внимательного наблюдения, ввиду его важного значения в вопросе об искусственном дыхании. Обычно здесь отек легких не достигает тех размеров, какие он имеет при удушающих газах, а следовательно и легкие в смысле потери эластичности меньше страдают. В случаях угрозы остановки дыхания и вообще при крайней опасности для жизни можно испытать искусственное дыхание, но только ручным методом и в осторожной и умеренной форме. Лучшими средствами являются строфантин и дигиталис. В особо угрожающих случаях, когда применение таких средств как кровопускание, вдыхание кислорода с углекислотой, вдыхание кислорода в особых камерах под давлением и т. д. не помогает, можно как к последнему причинному средству лечения прибегнуть к переливанию крови.

Переливание крови, известное еще с давних времен, может быть проведено только в больницах, где к услугам имеется необходимый опыт и средства**. В настоящее время в связи с улучшением техники совершенно нечего опасаться при этом какой-либо опасности. Переливание крови основано на том, что отравленному вводят кровь другого человека — донора. Перед введением безусловно необходимо проверить группу крови как больного, так и донора. В случаях несоответствия кровяных групп после введения чужеродной крови могут наступить явления отравления. Кроме того рекомендуется вначале ввести небольшое количество крови, примерно 10 см³, и в случае отсутствия признаков отравления можно через полчаса приступить к переливанию. Вводят 300—500 см³ крови, имеющей температуру тела, при соблюдении полной стерильности. В благоприятных условиях эффект переливания бывает поразительным. Зачастую еще даже во время переливания больные начинают приходить в себя, и бессознательное коматозное состояние прекращается, зрачки реагируют нормально, все рефлексы возвращаются, пульс заметно улучшается.

Особенно хорошие услуги оказывает переливание крови при отравлении кровяными ядами тогда, когда эти яды еще находятся в крови; далее при глубоком и длительном бессознательном

* Нарушение водного обмена (частным случаем которого является отек легких), встречающееся при самых различных заболеваниях, нельзя сводить к «повреждению стенок сосудов со стороны протекающей крови». Такая формулировка довольно примитивна, поскольку она не дает представления о тех общих физико-химических и биохимических сдвигах в организме, которые большей частью являются предпосылкой для нарушений со стороны водного обмена и развития отека легких. *Ред.*

** Благодаря усовершенствованию и упрощению техники переливания крови, последнее может производиться и в небольшой обстановке, например в полевых условиях. *Ред.*

состоянии, вызванном окисью углерода, и затем при отравлениях всеми веществами, образующими метгемоглобин, т. е. прежде всего веществами анилинового и нитробензолового ряда и их галоидозамещенными, а также при отравлении мышьяковистым водородом*.

Симптоматическое лечение

в основном то же, что и при других отравлениях и должно быть направлено раньше всего на следующие области:

1. Сердце и кровообращение: здесь применяют уже упомянутые средства, служащие для подъема сердечной деятельности, кровяного давления, для восстановления тонуса периферических сосудов (адреналин и т. п.) и для возбуждения сосудодвигательного центра.

2. Дыхание: кислород, углекислота и тому подобные рефлекторные и медикаментозные возбуждающие средства и искусственное дыхание.

3. Сохранение температуры тела: выше уже было указано на важность сохранения температуры тела и на необходимые при этом мероприятия. Всякое значительное и длительное охлаждение тела ухудшает у отравленных обмен веществ, а тем самым общее состояние организма и способность к сопротивлению, вследствие чего уменьшаются шансы на выздоровление.

Лишь на втором месте должны быть поставлены методы лечения субъективных расстройств — болей, беспокойства, бессонницы и т. д. Появляющиеся судороги, кажущиеся несведущему в этом деле человеку опасными для жизни, в действительности обычно не опасны. Впосле достаточно, если больной защищен от повреждений тем, что его обкладывают подушками, освобождают от стесняющей одежды, удаляют остатки пищи, искусственные челюсти, фиксируют при перевязке. Состояние возбуждения вызывается часто одновременным наступлением паралича центральных функций и выключения торможения, так что в основе это состояние представляет лишь частичные явления паралича и поэтому только в исключительных случаях на него можно подействовать наркотиками.

На основании вышесказанного совершенно ясно, что при отравлении газами, в особенности такими, природа которых неизвестна и действие которых трудно предвидеть, следует всегда помнить об осторожности как в лечении, так и в постановке прогноза. Во всяком случае и после прекращения первых явлений отравления пострадавший должен в течение некоторого времени оставаться под врачебным наблюдением. Как правило, вначале следует принять меры к тому, чтобы уберечь больного от последующих опасностей и повреждений; покой, осторожность в обращении, соответствующая диета рекомендуются здесь так же, как при отравлении окисью углерода (см. «Специальную часть»). Само собой разумеется, что больного следует перенести в хорошо проветренную комнату, а лучше всего на свежий воздух, в то же время избегая простуды. Тяжелые отравления газами повышают восприимчивость легких к воспалительным процессам и к другим инфекционным заболеваниям. При появляющихся в периоде выздоровления симптомах и жалобах применяют вышеописанные или обычные врачебные меры. При последующем лечении применяют в основном те же мероприятия, что и при хронических отравлениях. В следующем разделе будут по этому вопросу указаны некоторые общие положения.

* См. прим. ред. на стр. 236.

4. Лечение хронических отравлений

Хронические отравления являются или следствием однократного воздействия вещества, или же результатом длительного воздействия малых количеств его. В последнем случае особенно важна ранняя диагностика — своевременное распознавание состояния больного. Последнее зачастую затруднительно и требует не только специальных врачебных знаний, но и опыта в области техники и других областях. Многочисленные возможности хронического отравления указаны в разных разделах данной книги. Убедительный пример отравления светильным газом и окисью углерода доказывает, что хронические отравления возможны и независимо от рода занятий или производства. Несомненно, что из всех хронических отравлений, имеющих место в повседневной жизни, удастся распознать и лечить только небольшую часть. Опыт промышленной гигиены показывает, как велико значение своевременной постановки диагноза. Свинец может служить классическим примером того, что бывают яды, приводящие к глубоким изменениям и поражениям организма, без того чтобы больной чувствовал какое-либо недомогание. На этом основании на производствах, имеющих дело с подобными веществами, необходим постоянный врачебный надзор. Сюда относятся прежде всего яды крови. Одно только своевременное распознавание и проведение рациональных методов лечения защищает от дальнейших глубоких поражений. При подозрении на хроническое отравление необходим длительный контроль уже ввиду того, что возможны частые рецидивы, протекающие иногда в форме острых вспышек. Причины этих рецидивов еще недостаточно изучены и вероятно очень разнообразны — напомним лишь о своеобразных последующих заболеваниях при отравлениях окисью углерода и о мобилизации свинца из депо при хронических свинцовых отравлениях. При повторных отравлениях часто появлялась также повышенная чувствительность к соответствующему веществу.

Следующий шаг при лечении хронических отравлений — это устранение источника отравления. Во многих случаях достаточно уже одного удаления больного из опасной обстановки или с производства, после чего всякое дальнейшее лечение становится излишним. В этих случаях проблема лечения совпадает с проблемой профилактики. В промышленности это должно быть учтено уже при подборе рабочих. В первую очередь следует удалить из таких видов производства людей малокровных или же имеющих отклонения в картине крови, а также и легочных больных.

Причинная терапия при хронических отравлениях возможна лишь тогда, когда можно предполагать наличие в организме неизмененного еще яда. Последнее возможно при вдыхании паров металлов, металлоорганических соединений, пыли, содержащей металлы, и т. п.; в результате иногда образуются депо в отдельных органах. В этих случаях имеет смысл попытка достигнуть удаления яда путем повышения обмена веществ и работы органов выделения. Как правило, в этих случаях достаточно применение менее энергичных средств, чем при острых отравлениях, в особенности рекомендуются вода и соли (различные минеральные воды). Одновременно можно прописать теплые ванны и потогонное лечение.

Некоторые курорты, имеющие сернистые и кодитые источники, издавна пользуются большим успехом. Наряду с питьем минеральных вод играют роль также и гидротерапевтические и тому подобные

физические методы лечения. Хронически отравленные легко подвергаются действию различных инфекционных заболеваний. Поэтому основная задача терапии заключается в том, чтобы поднять сопротивляемость организма. Применением соответствующей климатотерапии удается повысить процессы обмена веществ, а в особенности ускорить регенерацию крови и излечить общую слабость. Пребывание больного на горах средней высоты или на высоких горах, у моря, вообще выезд для отдыха на время в другую местность способствуют улучшению общего самочувствия не только благодаря физическим факторам, как свет, тепло, солнечные лучи и т. д., но и благодаря психическим факторам.

Эти методы лечения сочетаются также с соответствующим питанием. Последние данные диетотерапии заслуживают внимания. Для лечения хронически отравленных, кроме питательности пищевых средств, удобоваримости и содержания в них витаминов, имеют значение особые виды питания. Так например по последним данным для «освобождения от свинца» больных, хронически отравленных свинцом, рекомендуется «кислая диета», богатая мясом и белками, но бедная известью.

Переход санаторий и курортов в СССР в руки трудящихся дает еще один из мощнейших методов лечения при хронических отравлениях. Профсоюзы СССР расходуют значительные средства как для профилактики, так и для лечебных мероприятий, в первую очередь для трудящихся, непосредственно связанных с профессиями вредных производств. (Ред.).

Отравления газами, как особенно показали наблюдения за пострадавшими на войне, легко могут привести к неврастениям и к неврозам, что приходится учитывать при тех или иных недомоганиях.

Вместо курортного и климатического лечения можно провести лечение по месту постоянного жительства, при условии разумного использования местных средств — движения на воздухе, в лесу, у озер и рек, а зимой — также лечения искусственными источниками света, горным солнцем и тому подобными лечебными методами.

В остальном хронические отравления лечатся так же, как и другие заболевания по обычным врачебным указаниям.

Литература

1. Ärztliche Merkblätter über berufliche Erkrankungen. Schriften aus d. Gesamtgebiet d. Gewerbehygiene, N. F. H. 28. Berlin 1930.
2. Bruns O. u. Thiel K., Die Wiederbelebung. Berlin-Wien 1930.
3. Loewy A. u. Meyer G., Über künstliche Atmung mit und ohne Zufuhr von hochprozentigem Sauerstoff. Veröff. Mil.san.wes. Berlin 1919.
4. Therapie gewerblicher Berufskrankheiten. Beihefte zum Zentralblatt Gewerbehyg. 1930, H. 17. Содержит между прочим: Flury, Therapie der gewerblichen Vergiftungen durch Aetzgase (Теоретические обоснования); Gebis, та же тема: Практическая часть; Schmidt-Kehl, Therapie der gewerblichen Kohlenvergiftungen. I. (Теоретическая часть); Koch, та же тема. II. Практическая часть.
5. Velden R., von den, u. Wolff P., Handbuch der praktischen Therapie, Leipzig 1927.
6. Ztschr. exper. Med. 13 (1921). Содержит 9 работ об отравлениях ОВ. (Magnus, Laqueur, Neubner, Gildemeister и др.).
7. Drinker C. K., The Efficiency of the Oxygen-Carbon Dioxide Treatment of Carbon Monoxide Poisoning. Journ. ind. Hyg. 7, 539 (1925).
8. Henderson Y., Resuscitation. Journ. amer. med. Assoc. 83, 758 (1924) (литература).
9. Henderson Y., Respiration in Anesthesia, the Absorption and Elimination of Volatile Substances through the Lungs and Treatment of Asphyxia. Brit. med. Journ. 1925 (19. Dez.); 1926 (9 Jan.).

10. Henderson a. Haggard, The Treatment, of Carbon Monoxide Asphyxia (1-й доклад Комиссии по оживлению после асфиксии окисью углерода, C. K. Drinker, Chairman). Journ. Amer. med. Assoc. 79, 1137 (1922).
11. Safety in the Chemical Industry (труды многих авторов). Technology Monographs of the American Chemical Society 1926.
12. Stadie a. Martin, The Elimination of Carbon Monoxide from the Blood. Journ. clin. Research 2, 77 (1923).
13. Steidle E., Practical Aspects of Resuscitation 1926. Published by Mines Safety Appliances Company, Pittsburgh. Pa.

Дополнительная литература

- Лазарев и Астраханцев, Химически вредные вещества в промышленности, ч. I и II, Госхимтехиздат, ОНТИ, 1933 и 1935.
- Muntzsch O., Leitfaden der Pathologie der Kampfgaserkrankungen, Leipzig 1934.
- Сахаров, Клиника и терапия поражений боевыми отравляющими веществами, Биомедгиз, 1937.
- Глинчиков, Клиника и терапия газотравленных, изд. 3-е, ГИЗ, 1931.
- Flury F., Erste Hilfe bei Gasvergiftungen, Jahreskurse für aerztliche Fortbildung, Oktober 1933.
- Соשתвенский, Токсикология боевых отравляющих веществ, Сельхозгиз, 1934.

V. ПРОФИЛАКТИКА И ЗАЩИТА

1. Профилактика

Поражения газами наступают на некоторых производствах либо в связи с нормальной работой, либо при внезапных и неожиданных авариях, несчастных случаях. В специальной части данной книги уже описаны отдельные методы предохранения от поражений и несчастных случаев, вызываемых газами, парами, пылью и т. д. В этом разделе будет дан лишь обзор некоторых общих и особо важных мероприятий.

Первое и самое важное условие профилактики — это знание особенностей, свойственных тем вредным веществам, которые попадают в организм при вдыхании. Опасность от них для человека имеется везде — и дома, и на улице, на отдыхе и на работе, днем и ночью, но особенно часто на определенных производствах. Отсюда вытекает необходимость изучения всех основных свойств и действия газов и возможной опасности их для организма. Без этого немыслима никакая профилактика. Это положение больше всего касается всех тех, кто по условиям работы преимущественно подвергается этим опасностям или по своему положению обязан проявлять заботу об их устранении. Каждый рабочий должен быть в курсе дела возможной опасности, связанной с его специальностью. Наряду с обучением рабочих необходим постоянный контроль над проведением профилактических мероприятий; не последнее значение на вредных производствах должен иметь соответствующий отбор рабочих. От всякой ответственной профессии требуется наряду со строгим выполнением обязанностей также определенная предусмотрительность и знания. Ежедневный опыт однако показывает, что обучение и знание во всех этих вопросах еще весьма недостаточны. Даже обучение ведущих профессий — техников, химиков и врачей не поспевало за развитием и расширением опасностей от газов. Гендерсон и Хаггард во вступлении к своей книге настойчиво подчеркивают это обстоятельство.

Случаи возможного отравления газами чрезвычайно разнообразны; об этом уже указывалось в разных разделах настоящей книги. Иногда вследствие несчастных случаев опасности еще увеличиваются, становятся сложнее и многообразнее и часто вместе с тем и более затемняются. При мало известных опасностях как раз бывает наибольшее количество жертв — классическим примером может служить окись углерода. Особого рода опасности бывают от огня и взрывов. Всякий, имеющий дело с органическими материалами — сеном, соломой, шерстью, углем, топливом, целлулоидом и т. п., должен знать об опасности самовоспламенения.

Широкие массы слишком мало знают о возникающих при трении электрических явлениях в легковоспламеняющихся веществах: бензине, эфире, каучуке, смолах и пр., являющихся причиной пожаров с тяжелыми последствиями. Опасности от взрывов при прежде-

временном разложении химикалий, взрывчатых веществ и т. п., от сжатых газов, например содержащих примеси кислорода и водорода, от смешения газов и паров с воздухом, от органической и металлической пыли становятся для широких кругов известными только при несчастных случаях.

Законодательство в области охраны труда, широко разработанные технические инструкции, строгое соблюдение их и усвоение массами работающих на производстве основных правил профилактики и защиты от отравлений являются надежными средствами к резкому ограничению поражений и ликвидации их. См. также раздел «Советское законодательство по охране труда и предупреждению отравлений».

2. Противогазовая защита

Средства против вредных газов служат в первую очередь для защиты людей. В связи с увеличивающимся с каждым днем значением опасности от газов опыт мировой войны имеет для мирного хозяйства колоссальное значение. Когда нужно защитить от действия газа одновременно большое количество людей, говорят о необходимости в коллективной защите (коллективная, групповая, массовая защита). При защите только одного человека говорят об индивидуальной защите. Последний метод охватывает все те случаи, когда каждый отдельный человек защищает себя от вдыхания газов, а также и от их действия на глаза и кожу.

Во многих случаях как в военное, так и в мирное время защита должна распространяться и на животных и даже на различные предметы. В первую очередь часто приходится иметь дело с открыто лежащими продуктами питания, питьевой водой и необходимыми приборами, которые могут быть нередко заражены нелетучими, весьма ядовитыми химическими веществами и тем самым сделаны негодными к употреблению. В тех случаях, когда одежда и приборы забрызганы более или менее летучими «нарывными» ядами, могут наступить тяжелые ожоги кожи.

В профессиональной и специальной литературе разработано большое количество вопросов противогазовой защиты [см. например журналы: *Gasmaske*, *Draeger-Heft*, *Gasschutz u. Luftschutz*, *Gas de combat*, *Revue du service de santé militaire*, *Protar* (Schweizerische Monatsschutz für d. Luftschutz d. Civilbevölkerung), *Giornale di medicina militare*, *Lekarz Wojskowy*, Гигиена труда и техника безопасности, Вестник противовоздушной обороны, Химия и оборона и др. — *Ред.*].

а) Коллективная защита

Как уже было указано выше, человек в любой обстановке может подвергнуться опасности отравления вредными газами. Чаще всего это бывает на некоторых видах производства. Сюда относятся в первую очередь горная, каменноугольная и металлургическая промышленность, производство и потребление светильного и силового газа и коксохимия. Серьезная опасность отравления газами возникает во время аварий. Иногда большие количества газов образуются в крупной химической промышленности, при взрывах и пожарах, при несчастных случаях на железных дорогах (туннели), в холодильной

промышленности. Из стихийных катастроф следует прежде всего указать на извержение вулканов и на землетрясения в густо населенных районах. Несмотря на то, что в горном деле защита от газов находится на высокой ступени развития, в особенности же служба оповещения, предназначенная для предупреждения о приближающейся опасности, а также испытанная система вентиляции, все же следует еще раз подчеркнуть, что и здесь все предпринимаемые меры для предупреждения и оказания помощи в несчастных случаях весьма часто оказываются недостаточными. Это должно нас заставить всеми доступными средствами способствовать проработке методов противогазовой защиты. Универсальные мероприятия, годные для всех случаев катастроф и последующих тяжелых несчастных случаев, трудно указать.* Значительно легче справиться с заранее известными опасностями при вредных работах в промышленности. При массовых отравлениях газами исход отравлений часто зависит не столько от решительности и мужества спасающих, сколько от опыта и знания дела оставшейся еще работоспособной части потерпевших. Первым делом в этих случаях является быстрое выявление причины и уверенный выбор средств для спасения. Но как раз в этом вопросе зачастую наши познания бывают недостаточны.

Для массовой защиты прежде всего необходимо выявить источники газов и направление газовой волны с тем, чтобы сразу получить представление о возможном распространении газа по окрестности. Это значительно легче сделать при дымах или туманах, при газах с резким запахом, или при раздражающих газах; при трудно распознаваемых газах, в особенности при окиси углерода, следует определить направление тяги воздуха или направление ветра. В сомнительных случаях, когда возможна задержка газа или химической его нейтрализации, или воздействия на газовую волну путем проветривания и т. д. кажется неосуществимой, единственным выходом, если только это возможно, является удаление из района, охватываемого газовой волной в сторону, противоположную движению волны. Готовые на самопожертвование люди могут еще попытаться, если только это возможно, пройти к источнику аварии и ликвидировать опасность закрытием проходов, кранов, дверей и тому подобными мерами. В особо благоприятных случаях возможно бывает проникнуть на короткое время в наполненные газом места при условии, если задержать дыхание, предварительно сделав на свежем воздухе глубокий вдох или же удалив из легких углекислоту повторным очень глубоким вдохом и выдохом, и тем самым на некоторое время устранить фактор, возбуждающий дыхание. Это однако всегда сопряжено с большой опасностью и ни в коем случае не должно быть рекомендовано. При вхождении на короткое время в атмосферу с раздражающим газом рекомендуется закрыть глаза. Спасающий должен быть обеспечен по возможности веревкой или чем-либо подобным, другой спасающий должен быть всегда наготове.

В том случае, если немедленное удаление из атмосферы, содержащей газ, почему-либо невозможно, как это например бывает в рудниках или в шахтах, и если в данном участке действующие концентрации газа сохраняются в течение некоторого времени, то входить на такие участки без противогаса для оказания помощи отравленным допустимо только тогда, когда есть возможность из таких мест быстро

* Zangger H., Über die medizinischen Aufgaben bei Katastrophen (Katastrophenmedizin). Schweizer Medizin. Jahrbuch, Basel 1931.

выбраться на чистый воздух. К счастью, такая возможность часто встречается в горной промышленности, так что, находясь в неопасной зоне, можно спокойно ждать удаления газового облака. Кроме того, больших несчастий можно иногда избежать соответствующим проветриванием. В угольных шахтах имеются отсасывающие вентиляторы, служащие для удаления газов, а иногда и нагнетающие вентиляторы, которые доставляют через специальные комоды свежий воздух во все отделения. На некоторых предприятиях горной промышленности, например в «углекислых ямах» в Вальденбургском районе, для того чтобы быстро выбежать на свежий воздух, применяются легко и быстро надеваемые противогазы (Fluchtgeräte). Они предназначены максимум на 1 час работы и состоят в основном из сосуда с кислородом и мундштука для дыхания. В последнее время, особенно в горной промышленности, в Европе и США применяются небольшие фильтрующие противогазы против окиси углерода*. Все эти способы защиты в горном деле, являющиеся результатом длительного опыта, должны служить примером для других вредных производств. С другой стороны, богатый опыт других отраслей промышленности и техники дает также много ценных уроков в области противогазовой защиты. Большая работа в этой области проделана организациями, занимающимися делом защиты от несчастных случаев, главным образом организациями промышленной гигиены. Классическим примером в этом смысле за последнее время могут служить новые данные по защите от отравлений окисью углерода в нью-йоркских туннелях. Вопросы, связанные с уменьшением, удалением и обезвреживанием газов, подробно изложены в других разделах (см. например разделы «Советское законодательство по охране труда и предупреждению отравлений», «Технически важные газы», а также соответствующие разделы «Специальной части»). Опыт мировой войны также указал на главные принципы и основные направления работ по противогазовой защите. Они являются исходным пунктом для дальнейшего развития методов защиты от газов.

Ниже приведен краткий обзор противогазовой защиты (коллективной) на войне. Вопрос об индивидуальной защите на войне будет изложен несколько позже.

На открытой местности, где нет построек, возможны два способа одновременной защиты большого количества людей от газового облака — это огонь и убежища. В подходящих случаях можно попробовать развести на открытых местах огонь с тем, чтобы с его помощью заставить газы подняться вверх и разогнать их движением воздуха. Но это, в общем, удается редко. Поэтому, как правило, следует заранее изыскать безопасные убежища для того, чтобы в них можно было спрятаться.

С этой целью в полевых условиях устраиваются непроницаемые для газов убежища. Вначале входы в такие убежища завешивались одеялами, занавесями и т. п., пропитанными химическими защитными средствами, например содой, гипосульфитом и тому подобными солями. Позже, в особенности в штабах, телефонных станциях, санитарных учреждениях, пытались герметизировать помещения путем устройства непроницаемых входов с двойными дверьми. При таком способе закрывания никогда не следует одновременно открывать обе двери. Устройство таких газоубежищ возможно конечно только в позиционной войне. Лишь с течением времени газоубежища все более усовер-

* Haase-Lampe, Draegerheft, № 152, Jan. 1931.

шенствовались, в особенности тогда, когда стали устраиваться в них вентиляторы, насосы для нагнетания свежего воздуха, воздухоудные меха и другие аппараты для обмена воздуха, а также воздушные фильтры, коробки и трубки с абсорбирующими материалами. Естественно, что такие приспособления, изготовленные из местных, в большинстве своем примитивных средств, только в редких случаях могли полностью оправдать себя. Устройство больших газоубежищ, предназначенных для большого количества людей, наталкивалось на большие затруднения. Для этого требовались весьма мощные вентиляционные аппараты и соответствующие помещения; необходимо было доставить и распределить нужное количество фильтрующих материалов, в особенности угля и других поглотителей. Такие материалы, как земля, торф, мох, сено и т. п., поглощали газы весьма несовершенно.

Трудноретучие вещества типа иприта опасны также тем, что они могут быть занесены в газоубежища загрязненной одеждой, обувью и т. д. Поэтому во многих случаях необходима бывает смена одежды и дегазация (химическая дегазация, кипячение одежды, поливка пола хлорной известью).

б) Индивидуальная защита

Для удовлетворяющей практическим требованиям индивидуальной защиты против воздействия вредных газов и паров в большинстве случаев бывает достаточно защитить органы дыхания и глаза и лишь в исключительных случаях требуется защитить также остальную поверхность тела. Таким образом индивидуальная защита — это, в общем, защита органов дыхания.

К сожалению, еще до сих пор многие уверены в том, что удерживаемый перед ртом или вокруг носа носовой платок и кусок какой-либо материи может служить достаточным средством для защиты органов дыхания. Эта ошибочная точка зрения уже повлекла за собой много жертв, так как все воздухопроницаемые ткани проникаемы также и для газов. Смачивание этих тканей дает защиту только от сравнительно немногих веществ и только на короткое время; таким путем могут задержаться только малые концентрации раздражающих газов, в особенности газов, легко растворимых в воде, как аммиак или кислоты. Правда, в некоторых случаях в промышленности оказывает хорошие услуги приспособление для защиты дыхания из влажной резиновой губки и т. п. Против больших концентраций однако, и главным образом против большинства так называемых удушающих газов, эти вспомогательные средства совершенно не защищают. Равным образом не дают никакой защиты в отношении удушающих газов респираторы, предназначенные для задерживания пыли. Действительно, эффективная защита органов дыхания возможна только при помощи определенных специальных аппаратов, конструкция и выбор которых базируются на точных знаниях как физиологии дыхания, так и химических и токсикологических свойств вредных веществ.

Имеется целый ряд подобных защитных приборов. Все они разделяются на три принципиально различных типа.

1. Кислородные приборы («изолирующие противогазы»). В этих приборах необходимым для дыхания кислород доставляется из баллона непосредственно в легкие человека, которые таким образом полностью изолированы от атмосферы.

2. Шланговые приборы (шланговые маски, приборы для свежего воздуха). Эти приборы доставляют человеку свежий воздух через специальные трубки или шланги.

3. Фильтрующие приборы (или попросту «противогазы»). В этих приборах атмосферный воздух, прежде чем попасть в органы дыхания, проходит через фильтр, где вредные составные части воздуха либо задерживаются, либо разрушаются.

Каждый из этих трех типов противогазов имеет свои преимущества. Каждый предназначен для специального вида применения и в соответствующем случае лучше других.

Перечисленные три типа противогазов соответствуют впрочем теоретически единственно возможным основным принципам для дыхательных приборов. Положение здесь напоминает условия, когда требуется обеспечить питьевой водой те местности, в которых вообще нет чистой воды. В этом случае имеются три возможности: либо чистая вода доставляется по трубам из других мест подобно приборам для свежего воздуха, либо вода, пропущенная через фильтры (глиняные или песчаные фильтры и т. п.), очищается и делается годной для питья, подобно фильтрующим противогазам, либо, наконец, вода, доставленная из других мест, сохраняется в специальных резервуарах (бочках, бутылках), подобно кислородным приборам.

В зависимости от основных условий, предопределяющих область применения, приборы для дыхания могут быть подразделены также следующим образом:

1. «Свободно носимые» приборы, при которых объект беспрепятственно может всюду двигаться и не зависит от места, — кислородные и фильтрующие приборы. Шланговые приборы, напротив, нельзя свободно носить всюду, так как радиус действия их ограничен и зависит от длины шланга.

2. «Независимые» приборы, при которых объект не зависит от содержания кислорода в окружающей его атмосфере; он может применить данный прибор также и в тех случаях, когда окружающий воздух не содержит необходимого количества кислорода — кислородные и шланговые приборы. Фильтрующие противогазы, напротив, могут быть применены только тогда, когда в атмосферном воздухе содержится достаточное количество кислорода.

Различают также:

а) «открытые» приборы, т. е. приборы, связанные с атмосферой — фильтрующие и шланговые;

б) «закрытые» приборы: кислородные приборы (называемые также «изолирующими»).

Как видно из рис. 56, каждый из этих трех типов приборов обладает двумя свойствами из только что описанных трех важнейших свойств.

Таким образом кислородные приборы являются «свободно носимыми и независимыми», шланговые приборы — «независимыми и открытыми», фильтрующие приборы — «открытыми и свободно носимыми».

Преимущества «свободно носимого» и «независимого» прибора ясны сами собой. Выгода «открытого» прибора состоит в том, что при нем используется для дыхания кислород воздуха, а следовательно при пользовании им не приходится довольствоваться ограниченным запасом кислорода, что является недостатком изолирующего

прибора. Поэтому открытыми приборами можно пользоваться дольше, чем закрытыми.

Практические соображения являются решающими при выборе защитных приборов. Основным требованием при этом должно быть то, чтобы прибор безусловно обеспечивал требуемую защиту; вместе с тем из всех приборов, соответствующих этому требованию, должен быть выбран самый простой и легкий образец. Чем сложнее прибор,

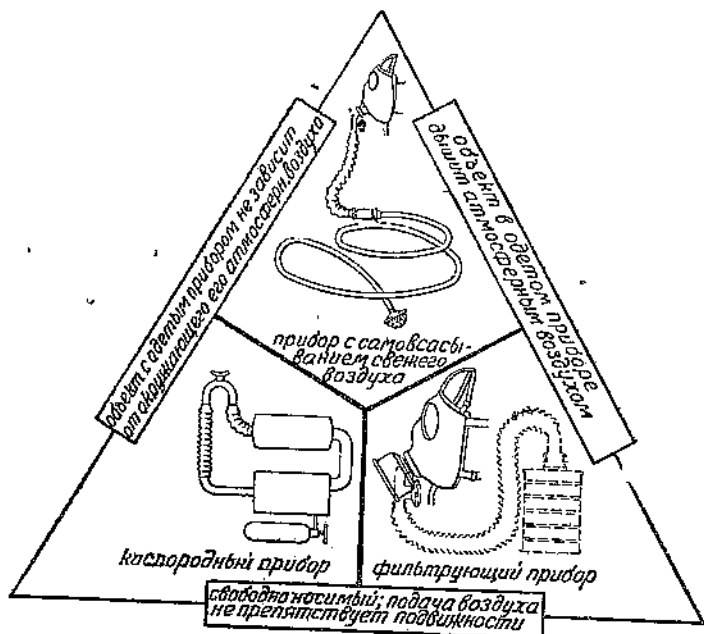


Рис. 56. Главные признаки основных типов защитных приборов для дыхания.

тем больше опасности при неправильном пользовании им и неправильной его работе. Чем легче и проще прибор, тем меньше бывает противопоказаний для пользования им — фактор, с которым при защитных приборах приходится особенно считаться.

Поэтому во всех тех случаях, когда имеется достаточное количество кислорода для дыхания, а это бывает в преобладающем количестве случаев, безусловно следует остановить свой выбор на фильтрующих приборах, как на наиболее простых и легких. В тех же случаях, когда концентрация вредных газов выше 2—3%, как это бывает при массовом выделении газов в тесных помещениях, например в рудниках, фильтрующие противогазы применяться не должны.

Если возникает сомнение в отношении количественного содержания кислорода в воздухе или в отношении концентрации вредных газов, применяют на всякий случай «независимый» прибор (шланговый или кислородный). С этими случаями практически приходится сталкиваться только в рудниках или в герметических помещениях.

В тех, правда, не очень частых случаях, когда можно устроить короткое и надежное соединение с чистым воздухом с помощью трубок и шланга и когда прибор должен быть не «свободно носимым», следует в первую очередь подумать о шланговых приборах.

Они проще чем кислородные приборы. Однако во всех остальных случаях, когда требуется одновременно и «независимый» и «свободноносимый» прибор, применяют кислородный прибор.

Кислородные и шланговые приборы называют также еще «тяжелыми защитными приборами» в отличие от фильтрующих приборов или «легких защитных приборов». Однако эти определения ни в коем случае не должны приводить к заключению, что фильтрующие приборы хорошо защищают только в совсем легких и не опасных случаях.

Независимо от вида все эти защитные приборы удлиняют всегда путь для воздуха, способствуя тем самым увеличению мертвого пространства и повышению сопротивления для дыхания.

Связь между человеком и собственно защитным аппаратом происходит при помощи так называемых «соединительных частей». При этом различают простые мундштуки, носовые маски, полумаски, полные маски, а также защитную одежду. Подробнее об этих соединительных частях будет сказано ниже.

Таким образом, индивидуальный защитный аппарат состоит из комбинации собственно защитного аппарата с соединительными частями. Выбор этой комбинации всякий раз зависит от ряда условий. Особенно часто комбинируют фильтр для дыхания с маской или закрытый дыхательный аппарат с мундштуком.

Кислородные (изолирующие) приборы

Кислородные приборы являются носимыми приборами. Дыхательные органы человека в них полностью изолированы от атмосферы. Потребный для дыхания кислород все время доставляется из специального резервуара.

В зависимости от источника кислорода различают:

1. Кислородные приборы с повышенным давлением, содержащие чистый сжатый кислород в стальных баллонах (а в последнее время в баллонах из легких металлов; давление 150 ат).

2. Приборы с жидким воздухом, доставляющие человеку из такого же баллона жидкий воздух. Они имеют лишь весьма малое применение.

3. Химические кислородные приборы, в которых кислород получается из химических препаратов во время пользования прибором.

Подача кислорода либо устанавливается на постоянную величину в 2 л в минуту, либо же она автоматически регулируется в зависимости от потребности человека. В некоторых приборах соединены оба эти принципа.

Удаление выдыхаемой углекислоты может происходить различным путем. Различают простые изолирующие приборы, в которых выдыхаемая углекислота направляется в атмосферу, и «круговые» приборы (приборы кругового действия), в которых выдыхаемый воздух, проходя через щелочь, освобождается от углекислоты и после этого вновь используется для дыхания («круговое» дыхание).

Идея переносимого запаса воздуха для дыхания и ее осуществление принадлежит Александру фон-Гумбольдту. Шванн (1853) сконструировал первый «круговой» прибор.

Кислородные приборы с давлением

Самый простой тип — это прибор, из которого человек вдыхает чистый кислород, поступающий из металлического баллона, а выдыхаемый воздух через специальный клапан удаляется в атмосферу. Примером такого прибора может служить прибор «Аудос-ОР» (Audos-OR-Gerät) фирмы Ауэр* (рис. 57).

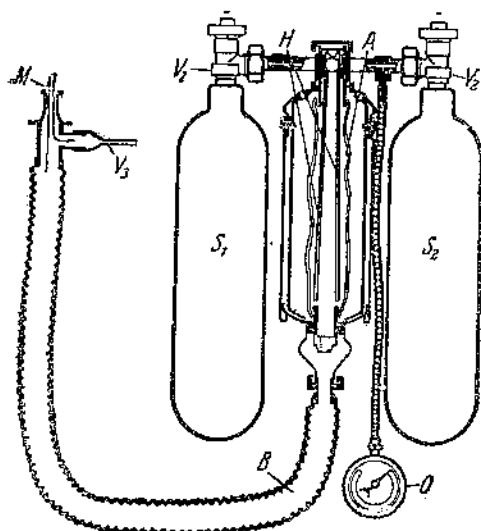


Рис. 57. Схема прибора Аудос-ОР. Модель 25.

S_1 и S_2 два баллона со сжатым кислородом; выходящий из них кислород, при помощи вентиля V_1 и V_2 поступает в дыхательный мешок, а уже отсюда через воздухопровод B в мундштук или маску M и дальше в легкие. Выдыхаемый воздух удаляется с помощью клапана V_3 прямо в атмосферу. Имеющееся в приборе количество кислорода может быть учитываемо с помощью манометра O . Подача кислорода может быть простейшим образом отрегулирована так, чтобы иметь постоянный ток кислорода, вполне достаточный даже при самой тяжелой работе и самой большой потребности в кислороде (постоянная дозировка). В большинстве же случаев потребность в кислороде все же меньшая; тогда из баллона по-

ступает больше кислорода, чем его требуется для дыхания и этот неиспользованный кислород удаляется в атмосферу через выдыхательный клапан V_3 . С помощью так называемого «автоматического дозировщика» удается избежать этой напрасной траты кислорода: благодаря особому приспособлению, из кислородного прибора автоматически поступает как раз столько кислорода, сколько его требуется. Как это видно из схемы рис. 57, дело заключается в том, что в воздушный мешок A введены два рычага H ; они с помощью механизма соединены с приспособлением, регулирующим подачу кислорода из стальных баллонов. Если кислород, находящийся в дыхательном мешке, израсходован, то стенки его спадутся и давят на рычаг, а это тотчас же вызывает, благодаря указанному механизму, ток кислорода в дыхательный мешок. Если дыхательный мешок снова так наполнен, что прекращается давление его стенок на рычаг, то тем самым автоматически запирается баллон с кислородом. Таким путем из баллона забирается лишь столько кислорода, сколько его требуется для дыхания.

Однако и при описанном способе, автоматической дозировки прибор все же работает нерационально, так как фактическая потребность легких в кислороде составляет 4% по отношению к объему вдыхаемого воздуха. Практически, как это имеет место и в приборе Аудос-ОР, вдыхается 100% кислорода, а из этого количества 96% выдыхается и тем самым теряется. Поэтому большинство новейших кислородных аппаратов сконструировано таким образом, что выдыхаемый воздух снова используется для дыхания путем его «регенерации» (регенерирующие приборы). Для этой цели выдыхаемый воздух направляется в так называемый «регенерирующий патрон», который химически связывает углекислоту щелочью. Эта воздушная смесь, прошедшая через патрон, постоянно восполняет потребленные 4% кислорода из кислородного запаса и таким образом воздух, годный для дыхания, вновь поступает в круг дыхания.

* Audos — Automatische Dosierung — автоматическая дозировка.

Примером такого прибора может служить прибор «Аудос-MR» фирмы Ауэра (рис. 58 см. стр. 768 и 59).

Выдыхаемый воздух направляется через трубку A_1 и регенерирующий патрон P , в котором углекислота связывается едкой щелочью (щелочной патрон). Воздух, очищенный таким образом от углекислоты, попадает в воздушный мешок

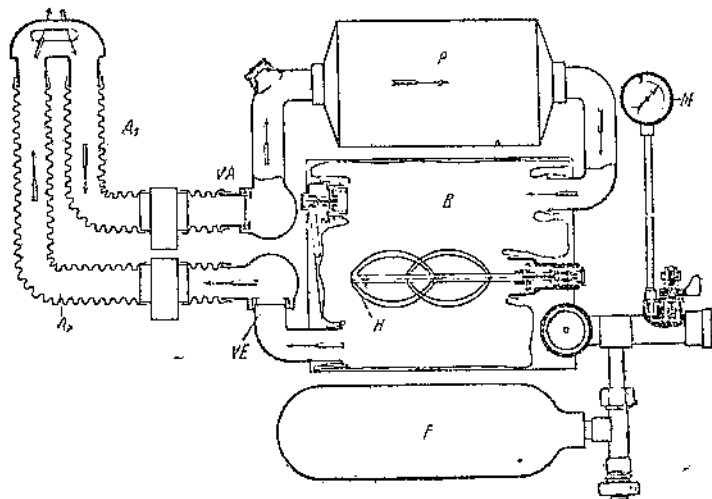


Рис. 59. Схема прибора Аудос-MR. Модель 27.

B , а отсюда снова через дыхательную трубку A_2 в дыхательные органы человека. Недостающий кислород доставляется дополнительно из кислородного баллона с помощью рычага H в машок в количестве, соответствующем недостатку кислорода, и тем же путем что и в аппарате Аудос-OR. Содержание кислорода в баллоне учитывается с помощью манометра M . Таким образом воздух в приборе описывает постоянный круг, регулируемый выдыхательным клапаном VA и вдыхательным клапаном VE , проходя через дыхательный шланг, щелочной патрон, дыхательный мешок и обратно в дыхательный шланг. Поэтому такого рода приборы называются также приборами «кругового» действия.

Фирма Дрегер сконструировала аналогичный прибор модель 24 для горной промышленности (рис. 60 и 61)*.

Здесь выдыхаемый воздух через выдыхательную трубку L_2 , выдыхательный клапан O_1 и щелочной патрон P поступает в дыхательный мешок A , а отсюда через вдыхательный клапан O_2 и вдыхательную трубку L_1 снова в легкие. Дополнительная подача кислорода происходит либо с помощью автоматического механизма, либо постоянным током кислорода в 2,2 л в минуту — количество, достаточное при самых тяжелых работах. Все остальное понятно из рисунков.

В кислородном приборе с давлением размеры щелочного патрона и запас кислорода находятся между собой в таком соотношении, что они расходуются приблизительно в одно и то же время, и потому по окончании работы подлежат одновременно замене. В больших и тяжелых кислородных приборах с давлением, которые применяются главным образом при оказании помощи в шахтах, запас кислорода и мощность патрона дают возможность работать в противогазах в течение 2 час. К таким приборам относятся вышеописанные приборы «Аудос-MR 2» фирмы Ауэр, прибор модель 24 фирмы Дрегер для рудников и американский аппарат «Мак-Каа»**.

Небольшие приборы типа «Аудос-MR» фирмы Ауэр или малый дрегеровский противогаз могут быть использованы только в течение

* Аналогичные приборы выпускает трест «Техника безопасности». Ред.

** К таким же приборам относятся и советские: «КИП-1» и РКФ, выпускаемые трестом «Техника безопасности». Ред.

одного часа. Они применяются пожарными командами, на коксовых заводах, в металлургической промышленности, на газовых заводах и т. д.

Химические кислородные приборы

В последние годы снова занялись вопросом конструирования таких кислородных приборов, в которых кислород получался бы во время работы из какого-либо химического соединения. Эти приборы, естественно, по сравнению с кислородными приборами с давлением были бы значительно проще по конструкции и главное легче по весу. Особенно была заманчива мысль применить перекиси щелочных металлов, так как при этом не только получается кислород, но и одновременно связываются углекислота и водяные пары, что дает возможность в одном патроне сочетать и получение кислорода и связывание углекислоты. Эта идея возникла у Касснера (1894) и была впервые осуществлена в 1904 г. Бамбергом и Бекком в аппарате для дыхания. С тех пор был предложен целый ряд новых конструкций, которые в общем все базировались на том же принципе. Такие патроны с перекисью щелочных металлов были названы «легочно-контрастными» (Gegenlunge), так как они изменяют состав дыхательного воздуха в точно противоположном направлении, чем легкие при дыхании, и тем самым устраняют порчу его состава. Легкие нуждаются в кислороде и выделяют углекислоту; перекись щелочных металлов связывает углекислоту, выделяя при этом

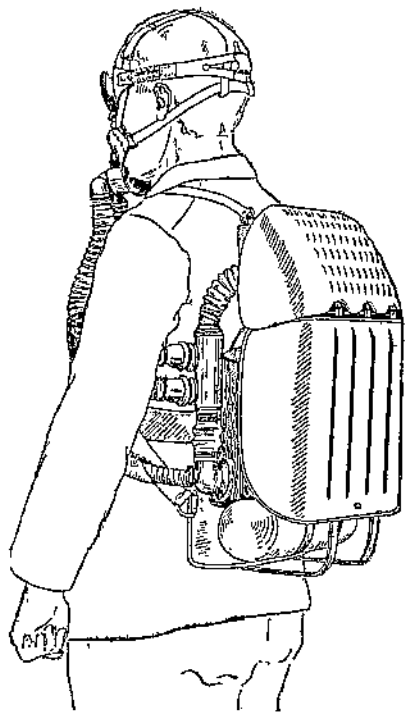
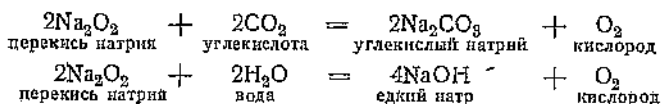
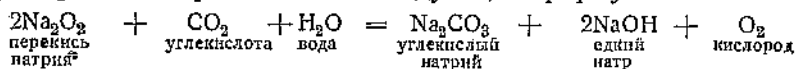


Рис. 60. Надетый горнозаводский прибор фирмы Дрегер (прибор кругового действия).

кислород. Вследствие этой способности обменивать газ перекись щелочных металлов была названа «обменивающей массой». В новых приборах применяют в основном перекись натрия. Происходящие здесь химические реакции довольно сложны. Можно предполагать, что углекислота и водяные пары выдыхаемого воздуха реагируют с перекисью натрия по следующим уравнениям:



Суммарно реакция протекает по следующей формуле:



Примером вышеупомянутых приборов может служить проксиленовый прибор фирмы Ауэр рис. 62, стр. 766).

Выдыхаемый воздух попадает через дыхательную трубку *S* в патрон *P*, в котором связывается углекислота и образуется кислород, отсюда он попадает в воздушный мешок *b*; из этого мешка воздух при вдыхании снова направляется в органы дыхания через патрон и шланг.

Теоретически такой химический кислородный прибор был бы идеалом; практически в работе прибора временами бывают затруд-

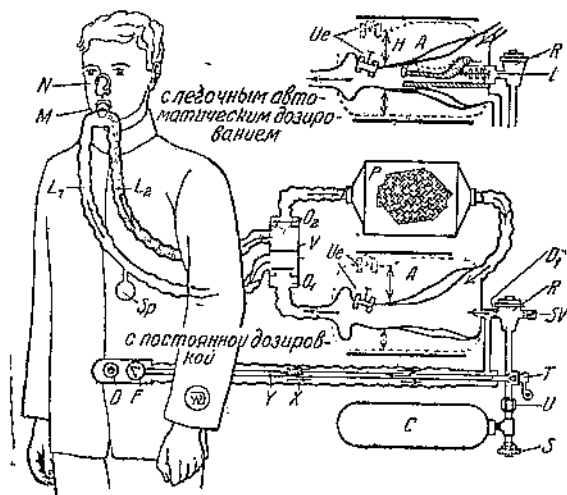


Рис. 61. Схема горнозаводского прибора фирмы Дрегер, модель 24 со спинными рукавами

N — носовой зажим; *M* — мундштук; *L*₁ — вдыхательная трубка; *L*₂ — выдыхательная трубка; *Sp* — слифоулавнитель; *V* — клапанная коробка; *O*₁ — вдыхательный клапан; *O*₂ — выдыхательный клапан; *P* — щелочной патрон; *A* — дыхательный мешок; *R* — редукционный клапан; *D*₁ — постоянная дозировка;

L — легочно-автоматическая дозировка;
H — легочно-автоматический рычажный механизм;

Ue — клапан выпуска избыточного воздуха; *B* — обходной вентиль; *T* — запорный вентиль манометра; *U* — соединительная гайка; *C* — кислородный баллон; *S* — главный запорный вентиль; *D* — кнопочный клапан для добавочного кислорода; *F* — финишная трубка (измеритель запаса); *Y* — трубка высокого давления; *X* — трубка низкого давления.

нения, так как для того чтобы полностью выделился кислород, требуется, с одной стороны, определенный промежуток времени, а с другой стороны, выделение кислорода не всегда соответствует потребности организма в тех например случаях, когда меняется работа. Если удастся преодолеть эти трудности, то такие химические кислородные приборы вероятно сыграют в деле противогазовой защиты значительную роль.

Как об этом уже было упомянуто выше, область применения кислородных приборов распространяется на все те случаи, когда требуется «свободно носимый и независимый прибор» и когда имеется опасение в недостатке кислорода (в воздухе). Кислородный прибор является единственной защитой при спасательных работах, ведущихся на больших расстояниях и происходящих в бедной кислородом атмосфере, в которой тухнет огонь предупредительной лампочки. То же относится к случаям, когда количество кислорода, хотя и достаточно, но во вдыхаемом воздухе предполагаются большие кон-

центрации ядовитых газов (выше 2—3 объемн. %), так как в этих случаях обычные фильтрующие приборы быстро истощаются. На этом основании главной областью для применения кислородных приборов еще издавна была спасательная служба на рудниках, и развитие этих противогазов стоит в прямой зависимости от развития этой службы. В дальнейшем эти приборы стали применяться также пожарными командами при особенно сильном газо- или дымообразовании (в тесных, неудобных для проветривания помещениях). Кислородные приборы являются вообще типичными «спасательными приборами» и применяются специально обученными командами (спасательными отрядами на рудниках, пожарными при спасательных операциях).

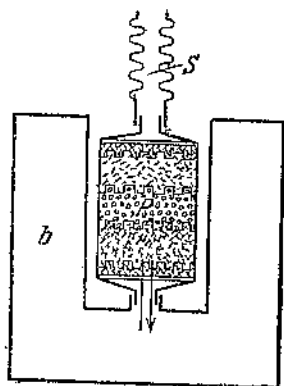


Рис. 62. Схема проксигенового прибора.

Недостаток кислородных приборов заключается в неудобстве пользования ими и в их тяжелом весе; кроме того они не дешевы, а их резиновые части быстро изнашиваются. Применяемый в них кислород должен быть чистым и в особенности он не должен содержать значительных примесей азота и водорода.

Кислородный прибор сложен и, для того чтобы он хорошо работал, необходима частая его проверка и содержание его в порядке. Незамеченные во время дефекты в кислородных приборах стоили уже не одной жизни: даже из-за небольшого еще заметного отверстия в резиновой части можно при известных условиях поплатиться жизнью. Поэтому всякий, кто пользуется кислородным прибором,

должен хорошо быть знаком с его применением и быть уверенным, что все части прибора находятся в полном порядке.

Шланговые приборы (приборы для свежего воздуха) *

При помощи шланговых приборов человеку доставляется чистый свежий воздух из безопасного места по шлангам. При этом вдох происходит через шланг, а выдох — через специальный выдыхательный клапан. В подобного рода приборах, более упрощенного типа, человек втягивает воздух силой своих собственных легких (шланговые приборы с всасыванием свежего воздуха).

На рис. 63 и 64 изображены такие приборы. Длина их шлангов может достигать до 20—25 м. Если необходимы более длинные шланги, то сопротивление дыханию становится слишком большим, в таких случаях воздух уже должен нагнетаться (шланговые приборы с нагнетанием свежего воздуха). Для этой цели большей частью служит нагнетательный мех, обслуживаемый специальным человеком (рис. 65).

В последнее время фирма Дрегер выпустила прибор, который вместо нагнетательного меха имеет стальной кислородный баллон с инжектором. Кислород, выходящий из инжектора, засасывает сбоку воздух, направляя его через шланг к человеку (шланговые приборы с инжектором).

Кислород может быть заменен также сжатым воздухом. Он должен направляться под маску также с помощью инжектора с тем,

* Подобные приборы выпускаются трестом «Техника безопасности». Ред.

чтобы маска не раздувалась. Гейндерсон и Хаггард предлагают применять для подачи воздуха в шланговые приборы особые центрофужные насосы, так как при их применении даже в случаях, когда

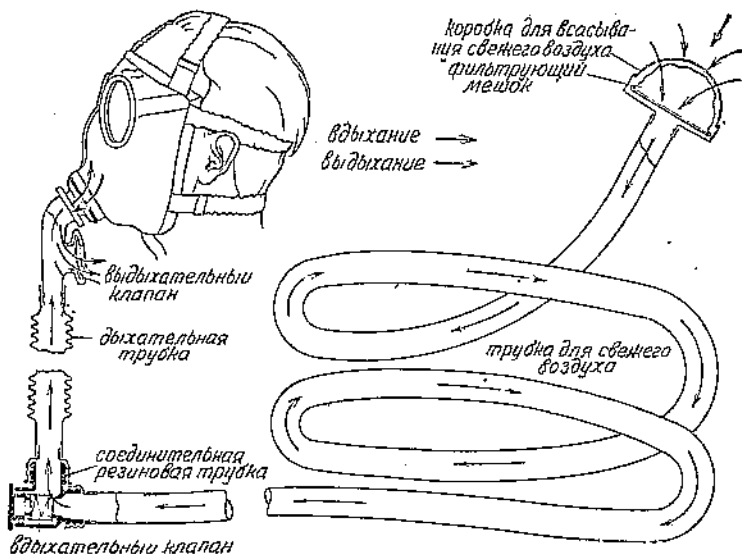


Рис. 63. Прибор Дегеа с самовсасыванием свежего воздуха.

они работают очень медленно или прекращают работу, а также тогда, когда шланг слишком длинный, остается достаточное количество воздуха для того, чтобы человеку спастись.

При пользовании противогазами со сжатым воздухом можно иметь весьма действительную противогазовую защиту, используя для этой цели приборы для распыления красок и пескоструйные аппараты, так как для экспозиции этих приборов на производстве уже имеется сжатый воздух (рис. 66).

Крупные химические фабрики (заводы «Лейна») имеют особую систему труб со сжатым воздухом, к которым рабочий может включиться в любом месте своей работы. Такого рода специальная сеть дает возможность гарантировать от попадания в сжатый воздух вредных паров смазочных масел, часто к нему примешивающихся. В необходимых случаях воздух для очистки пропускают через активированный уголь.

При работах в резервуарах или котлах, где возможны очень высокие концентрации газов, а также при опускании в колодезные шахты и при работах в бродильных погребах, шланговые приборы оказываются самыми лучшими из дыхательных приборов. Часто они

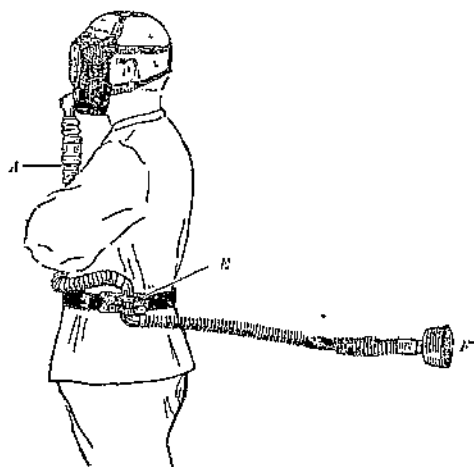


Рис. 64. Аппарат фирмы Дрегер со шлангом для всасывания свежего воздуха

А — выдыхательный клапан; Б — вдыхательный клапан; F — фильтрующая головка.

применяются также пожарными, когда им приходится входить в наполненные дымом подвалы. Применение этих приборов также уместно, когда воздух содержит высокие концентрации паров бензина, бензола и т. п.

В такой атмосфере фильтрующие приборы быстро истощаются. Кислородные приборы также в этих случаях негодны, так как эти пары при известных обстоятельствах могут пройти через резиновые части прибора и таким образом попасть в ток кислорода, предназначенного для дыхания.

Основной недостаток шлангового прибора заключается в том, что поле действия человека ограничивается только определенным радиусом, зависящим от длины рукава.

В тех случаях, когда шланговый прибор имеет несколько шлангов, необходимо сделать их соединение крепким, чтобы они не могли разъединиться. Если кто-либо отправляется со шланговым прибором в закрытые помещения (резервуары, котлы) с негодным для дыхания воздухом, он на всякий случай должен надеть на себя спасательный пояс с веревкой, конец которой находится в руках человека, стоящего снаружи.

Фильтрующие приборы

В фильтрующих приборах наружный воздух, прежде чем попасть в органы дыхания, проходит через фильтр, который либо задерживает все примеси к воздуху, либо разлагает их, либо обезвреживает. В противоположность тому, что мы имели в кислородных и в шланговых приборах, в фильтрующем приборе вид и концентрация вредных веществ имеют весьма большое значение для конструкции прибора и в особенности для его фильтра. Прежде всего имеет значение величина частиц, а затем только химические свойства и ожидаемые концентрации газа. Нижеприведенная таблица дает представление о величине частиц тех веществ, которые могут находиться в воздухе.

Вредные вещества	Диаметр частиц	Обозначение
Газы, пары	ниже $1 \cdot 10^{-7}$ см	Молекулярные дисперсонды
Туманы, дымы	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ см	Коллоиды
Пыль	выше $1 \cdot 10^{-4}$ см	Грубые дисперсонды

Главнейшими показаниями для применения фильтрующих приборов являются: 1) содержание в воздухе по меньшей мере 15% кислорода и 2) концентрация вещества в воздухе не выше 1—2%. Если в воздухе находятся более высокие концентрации и если, хотя и при малых концентрациях, содержание кислорода в воздухе падает ниже указанной нормы, эти приборы уже не дают никакой защиты. В этих случаях защитное действие оказывают только кислородные или шланговые приборы.

Фильтрующий противогаз сравнительно недавно получил свое развитие. Правда, лежащая в его основе мысль не нова; уже в 1870 г. Тиндаль предложил использовать в качестве фильтра для дыхания жестяную коробку с известью и древесным углем. Но большое применение фильтрующие приборы получили только во время ми-

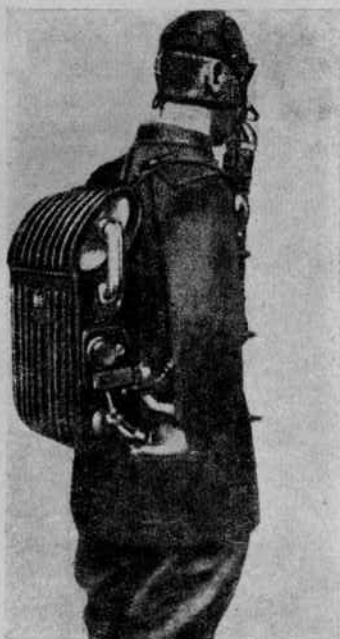


Рис. 58. Надетый прибор Аудос-
MR (прибор кругового дей-
ствия).



Рис. 65. Шланговый прибор с давлением
(фирма Ауэр).



Рис. 66. Шланговый прибор с давлением, при-
соединенный к рукаву аппарата для распыли-
вания красок (фирма Ауэр).

ровой войны в качестве боевых противогазов. С тех пор они все больше и больше применяются в промышленности.

Фильтрующие приборы сегодняшнего дня являются результатом весьма тщательных и глубоких изысканий; работа по их дальнейшему усовершенствованию продолжается все время и теперь.

Та часть фильтрующего прибора, которая служит для удаления вредного вещества, называется дыхательным фильтром. Различают следующие фильтры: а) фильтр, не защищающий от тумана (дыма), прикрепленный непосредственно к маске — «фильтрующий патрон»; б) большой и сравнительно тяжелый фильтр; он не прикрепляется непосредственно к маске, а присоединяется к ней с помощью шланга; защищает от тумана и дыма — «коробочный фильтр».

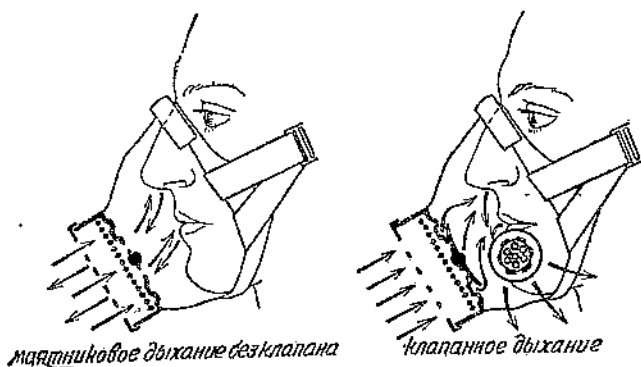


Рис. 67. Путь для дыхания в защитном приборе.

Далее при применении фильтров, в зависимости от характера прохождения через них воздуха, различают маятниковое дыхание и клапанное дыхание.

При маятниковом дыхании через фильтр проходит не только вдыхаемый, но и выдыхаемый воздух. Воздух таким образом проходит через фильтр, повторяя ритм дыхания.

При клапанном дыхании внизу фильтра находится легкий кругообразный клапан, открывающийся только при вдохе. Второй клапан находится у лицевой части и служит для выдоха. Рис. 67 дает представление о разнице между этими обоими фильтрами.

В продаже имеются фильтрующие патроны разных размеров; самый употребительный из них имеет объем примерно для 300 см³ фильтрующего материала. Они имеют в разрезе круглую форму и рассчитаны большей частью на маятниковое дыхание.

Коробочные фильтры значительно больше и тяжелее; они большей частью в разрезе овальной формы. Так как они обладают относительно большим сопротивлением дыханию, они в состоянии обеспечить только клапанное дыхание. Их носят на боку, на спине или на груди.

Фильтрующий патрон — наиболее часто применяемый в Германии тип дыхательного фильтра; в Америке предпочитают коробочные фильтры. Это, пожалуй, имеет свое историческое обоснование: в Германии применялись для военных противогазов фильтрующие патроны, а в Америке и Англии — коробочные фильтры.

Среди задерживаемых фильтром вредных веществ большое значение имеют газы, вот почему фильтрующие приборы получили название «противогазы» (газовые маски). В настоящее время обычно применяется зернистый фильтрующий материал, лучше всего задерживающий газы и пары.

Применяются неправильной формы размельченные зерна размером в 1—2 мм; эти зерна складывают в виде слоев между специальными сетками.

Струя воздуха, проходя при вдохе через этот материал, разбивается на очень большое количество мелких струй, проходящих между отдельными зернами (рис. 68).

Для полной фильтрации необходимо, чтобы частицы вредного газа не только вошли в соприкосновение со стенками отдельных зерен, но также и связались ими или разложились.

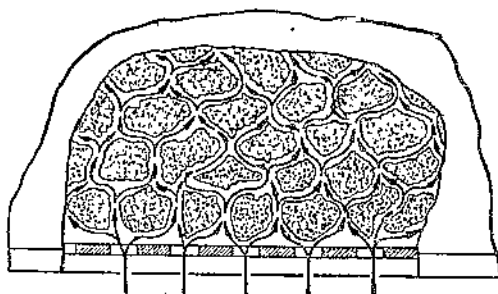


Рис. 68. Путь для воздуха в фильтрующем патроне.

Первое условие (соприкосновение) достигается благодаря оживленному движению газовых молекул. Эта подвижность молекул способствует тому, что они достигают стенок фильтрующего материала несмотря на сравнительно широкие каналы между зернами (примерно 0,05 см в диаметре) и на прохождение воздуха через фильтры в течение долей секунды.

Связывание (уничтожение) ядовитого газа стенками зерен может происходить по трем причинам:

- а) вследствие химического связывания;
- б) вследствие адсорбции;
- в) вследствие каталитически протекающей химической реакции.

Для химического связывания применяют водные растворы соответствующих химических соединений, которыми пропитывают пористые зерна. Этим путем осуществляется вступление вредных газов в реакцию с растворами без введения жидкостей в фильтры. В качестве таких поглощающих материалов оказались пригодными пемза и диатомит. Последний получается из кизельгура и представляет собой очень пористый кирпично-красного цвета материал, имеющий также применение в качестве теплоизолирующего средства. Указанным методом в особенности легко абсорбируются неорганические газы, как пары соляной и сернистой кислот, аммиак, сероводород, галоиды и фосген. Так например для кислых газов могут быть применены растворы углекислой щелочи, для аммиака — труднолетучие кислоты или растворы кислых солей, для синильной кислоты — растворы солей тяжелых металлов.

Адсорбируются из воздуха все те газы, которые имеют не слишком высокую упругость пара, т. е. те, которые легко конденсируются, в особенности следовательно все органические пары

(анилин, бензол, хлорированные углеводороды, этиловый алкоголь и т. д.), а также и ртутные пары.

В качестве наилучшего адсорбирующего средства рекомендуется «активированный уголь». Это древесный, торфяной уголь и уголь фруктовых косточек, получивший, благодаря специальной обработке, очень большую поверхность; зерна активированного угля имеют тончайшие капилляры. Пары хорошо задерживаются углем, именно благодаря этой большой поверхности.

Так как активированный уголь действует неспецифически и потому задерживает все вредные газы, при условии, если они только легко конденсируются, то он тем самым дает удовлетворительную защиту от многих веществ. Кроме активированного угля применяют еще в качестве адсорбционного средства для фильтров силикагель (коллоидальная кремневая кислота). Его защитная мощность для некоторых газов, а в особенности для кислых газов, несколько выше, чем у активированного угля, однако в общем последний все же заслуживает предпочтение.

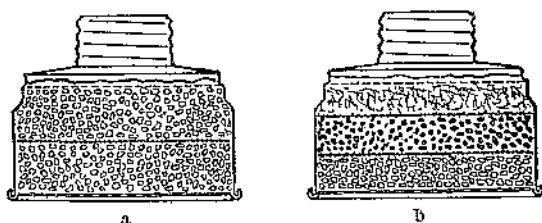


Рис. 69. *a* — специальный патрон Е;
b — универсальный патрон F.

В употребляемых фильтрах обычно скombинированы принцип химического связывания с принципом адсорбции.

Для защиты от разных газов и паров сконструированы многочисленные фильтры. В тех случаях, когда безусловно рассчитывают иметь дело только с одним каким-либо определенным газом (например с аммиаком — при работе на холодильных машинах, или с синильной кислотой — при борьбе с вредителями) или с определенной группой газов (например с кислыми газами) изготовляют так называемые «специальные фильтрующие патроны», содержащие только один какой-либо фильтрующий материал (рис. 69, *a*).

В тех же случаях, когда приходится считаться с возможностью одновременного действия разных вредных газов и паров, как например аммиака с сероводородом в газах гниения, или когда хотят иметь защиту против целых групп вредных газов, например против всех видов кислотных газов, против галоидов, галоидоводородов, нитрозных газов, фосгена и т. д., применяют так называемые универсальные фильтрующие патроны, в которых имеются разные фильтрующие материалы. В них скombинирован активированный уголь, который, как уже выше было изложено, сам по себе дает очень большую защиту, вместе со слоями пористых материалов, пропитанных растворами разных химических соединений. Рис. 69, *b* показывает разрез такого универсального фильтрующего патрона, имеющего три разных фильтрующих слоя*.

Название «универсальный фильтрующий патрон», конечно, не очень удачное, так как защитное действие этого фильтра все же не

* Подобные противогазы изготовляются в СССР. Ред.

безгранично; оно распространяется только на узкую группу вредных газов и то только при соблюдении вышеуказанных условий (при не слишком высоких концентрациях вредных газов во вдыхаемом воздухе и при условии одновременного наличия достаточного количества кислорода в воздухе). Кроме того он не защищает от окиси углерода и только отчасти защищает от дыма и тумана. Он не может также заменить употребляемые в Америке универсальные коробочные фильтры, о которых речь будет ниже.

Во избежание роковых ошибок отдельные типы специальных фильтрующих патронов обозначаются опознавательными буквами и кроме того окрашиваются снаружи соответствующей характерной краской.

Ниже помещен список выпущенных фирмами Ауэр и Дрегер фильтрующих патронов*.

Немецкие фильтрующие патроны

Опознавательные буквы	Опознавательная окраска	Область защиты
A	Коричневая	Органические пары, растворители
B		
	Серая	Кислые газы, Галоиды и галоидоводороды. Нитрозные газы
D	Серая	Пыль
E		
F		
	Желтая	Сернистая кислота
	Желтая	Раздражающие вещества в газах пожаров (фильтр для пожарников), не защищают от окиси углерода
G	Синяя	Синильная кислота
J		
	Коричневая	Циклон В
K		
	Зеленая	Аммиак
L		
	Красная	Сероводород
M		
	Желтая	Сероводород, Аммиак
	Синяя	Фосфористый водород, Мышьяковистый водород
O		
	Зеленая	Сероводород и в умеренной степени органические пары, растворители
R		
	Желтая	Мышьяковистый водород
U		
	Коричневая	Фосфористый водород и в умеренной степени также вещества, от которых защищает патрон В, т. е. кислые газы
	Красная	
	Серая	

Фильтрующие патроны E, G, K, L и M являются типичными специальными патронами, в то время как патрон В является так называемым универсальным фильтром, применяемым например в химических лабораториях, в которых можно встретиться с самыми разнообразными вредными газами. Универсальным фильтром является также и патрон F, который предназначен для защиты от возникающих при пожарах разнообразных вредных газов, исключая окись углерода. Так как эти газы преимущественно кислые, то по защитному действию этот патрон приближается к патрону В, предназна-

* В СССР институтом сорбционной техники разработаны, а заводами выпускаются десять типов различных фильтрующих противогазов для защиты от определенных газов и паров. *Ред.*

ченному против кислых газов. Патрон А содержит активированный уголь и потому имеет очень большую область защиты, однако и он не является универсальным.

В остальном комбинация действующих масс в фильтрах разных фирм более или менее различна.

Фирма Ауэр дает следующие сведения о своих фильтрах:

Дыхательный патрон А:	активированный уголь
" " В:	активированный уголь с углекислым калием, гексаметилен-тетраминном и пропитанный комплексными цинковыми солями диатомит
" " D:	фильтр из целлюлозы
" " E:	диатомит, пропитанный углекислым калием
" " F:	1) диатомит, пропитанный углекислым калием 2) активированный уголь 3) диатомит, пропитанный углекислым калием
" " G:	диатомит, пропитанный растворами комплексных солей тяжелых металлов и щелочными веществами
" " J:	комбинация из А и G
" " K:	диатомит, пропитанный солями тяжелых металлов, иногда только активированный уголь
" " L:	окиси тяжелых металлов
" " M:	соли меди на активированном угле
" " O:	активированный уголь и окись тяжелого металла; окись в других соотношениях, чем при L
" " R:	комбинация из А и L
" " U:	" " O и E

Фирма Дрегер дает следующие сведения о своих фильтрах:

Дыхательный патрон А:	активированный уголь
" " В:	1) активированный уголь 2) «ротовой» слой содержит углекислые щелочи, гексаметилентетрамин, соли цинка и т. д.
" " D:	1) специально обработанный диатомит для улавливания пыли 2) фильтр из клетчатки
" " E:	диатомит с углекислыми щелочами
" " F:	1) материал, подобный указанному в E 2) активированный уголь 3) вата
" " G:	диатомит, обработанный щелочью и органическими аминами
" " I:	комбинация из А и G
" " K:	1) диатомит с цинковыми солями, а иногда также 2) активированный уголь
" " L:	перекиси в качестве окислителей, главным образом перекись марганца
" " M:	активированный уголь, пропитанный солями меди
" " O:	подобно L, но более действительная смесь
" " R:	комбинация из А и L

Приведенные ниже таблицы указывают на поглонительную способность отдельных видов фильтрующих патронов по отношению к некоторым важнейшим вредным газам. Цифры в этих таблицах указывают на то количество соответствующего газа, которое может быть поглощено этими патронами, прежде чем пройдут первые следы газа, т. е. до так называемого «проскока» через фильтр. Эти цифры дают только ориентировочное представление о мощности фильтров. Они ни в коем случае не являются постоянными, так как мощность противогаса не в малой степени меняется в зависимости от разных факторов (от влажности воздуха, температуры, времени изготовления фильтра).

При этом играет также большую роль и способ испытания. Это например видно из нижеприведенной диаграммы, иллюстрирующей

поглотительную способность фильтрующего патрона В фирмы Ауэр для фосгена при разных концентрациях фосгена и при разной скорости тока газа (см. рис. 70).

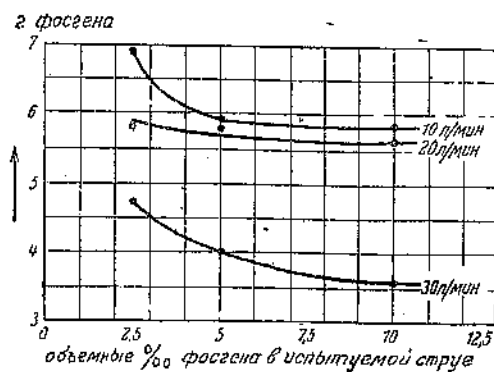


Рис. 70. Улавливание фосгена дыхательным патроном В при различных скоростях и концентрациях струи газа (фирма Ауэр).

В этом же смысле следует рассматривать нижеуказанные цифры. Задерживающая способность фильтрующих патронов фирмы Ауэр

Патрон	Вещество	Задерживает в г
А	Четыреххлористый углерод	19,0
	Бензол	14,9
	Анилин	30,0
	Ацетон	11,0
	Хлорпикрин	30,4
В	Хлор	5,0
	Фосген	6,6
	Четыреххлористый углерод	9,6
	Синильная кислота	0,5
	Сернистая кислота	3,5
	Аммиак	0,7
	Соляная кислота	5,9
	Хлорпикрин	15,2
Е	Сернистая кислота	17,2
	Соляная кислота	34,2
F	Ацетон	4,8
	Фосген	0,7
	Соляная кислота	8,5
	Сернистая кислота	2,6
	Аммиак	0,4
Г	Синильная кислота	3,6
К	Аммиак	4,6
Л	Сероводород	2,5
М	Сероводород	0,8
	Аммиак	4,2
О	Фосфористый водород	21,6
	Мышьяковистый водород	1,2

Задерживающая способность фильтрующих патронов фирмы Дрегер

Патрон, Ø 90 мм	Вещество	Задерживает в г
A	Четыреххлористый углерод	37,9
	Хлорпикрин	43,4
	Бензол	33,0
B	Фосген	8,5
	Хлорпикрин	14,7
E	Сернистая кислота	20,3
F	Сернистая кислота	8,7
	Четыреххлористый углерод	3,6
G	Синильная кислота	1,56
J	Синильная кислота	1,45
K	Аммиак	3,7
L	Сероводород	6,3
M	Аммиак	3,0
	Сероводород	1,7
R	Четыреххлористый углерод	9,3
	Сероводород	1,2
	Бензол	5,6

Из таблиц со всей очевидностью вытекает, что специальные патроны лучше защищают против одного какого-либо газа или одной какой-либо группы газов, чем универсальные патроны, так как в первых имеется только один фильтрующий материал, а в последних несколько различных фильтрующих материалов.

В противоположность кислородным приборам и приборам для свежего воздуха, которые, как это уже было изложено выше, представляют собой типичные спасательные приборы, фильтрующие приборы в первую очередь представляют собой «рабочие приборы». Их надевают при работах в целях профилактики в случаях, когда предполагается возможность выделения вредных газов и паров. Конечно это разделение абсолютно точно провести нельзя. Преимущество фильтрующих приборов состоит в том, что они при сравнительно малой стоимости имеют малый вес, быстро надеваются и дают возможность свободно и беспрепятственно передвигаться. Только таким прибором можно пользоваться в течение многих часов при тяжелой работе без особых затруднений.

В то время как в Германии стремились для каждого встречающегося в практике случая изобрести соответствующий специальный фильтр и к настоящему времени (к 1931 г. — ред.) там уже набралось 13 разных типов фильтров, не говоря о фильтрующем приборе для окиси углерода, в США старались получить по возможности универсально действующие фильтры. Таких фильтров там имеется всего 8, включая сюда и фильтр против окиси углерода и так называемый «all service mask» (all service canister) — своеобразный универсальный фильтр. Американские фильтры в общем крупнее немецких. Приведенная ниже таблица дает сравнительную сводку разных американских фильтров*.

На фильтрах, одновременно защищающих от дымов, пыли и туманов, имеются цветные полосы.

* Henderson-Haggard, Noxious Gases, p. 197, 1927 (Рус. перевод, Гострудиндат, стр. 177, 1930).

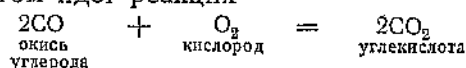
Американские фильтры

№	Отличительная окраска	Область защиты	Содержание
1	Черная	Органические пары, как анилин, газولين, бензол, эфир, толуол и т. п. (если их в воздухе не больше 20%)	600 см ³ или больше активированного древесного угля
2	Белая	Кислоты, как соляная кислота, сернистый ангидрид, двуокись азота, хлор и т. п. (если их не больше 10% в воздухе)	600 см ³ или больше натронной извести или расплавленного едкого натра
3	Зеленая	Не больше 30% аммиака (больше 30% аммиака не может долго переноситься человеком даже в маске вследствие того, что аммиак раздражает кожу)	Медный купорос и древесный уголь
4	Синяя	Окись углерода (не выше 50%)	Гопкалит—смесь из окисей металлов, способствующая каталитическому сжиганию окиси углерода в углекислоту при помощи кислорода воздуха
5	Красная	Все вышеупомянутые газы (противогаз — „all service mask“)	Все вышеупомянутые абсорбенты, каждого понемногу
6	Желтая	Смеси органических паров и паров кислот	Активированный уголь с натронной известью
7	Коричневая	Аммиак и дымы	Сернистая медь и древесный уголь вместе с противодымным фильтром
8	Белая с зелеными полосами	Синильная кислота (не выше 2%)	Фильтрующий патрон, пропитанный едким натром

Защита от окиси углерода путем катализа

Окись углерода вследствие своей малой химической реакционной способности и высокого давления паров не способна ни к химической абсорбции, ни к адсорбции углем. Поэтому для защиты от окиси углерода должна быть использована другая реакция, а именно, каталитическое сгорание ее до углекислоты. Американцам первым удалось получить смесь из окисей кобальта, марганца, меди и серебра (в честь университета Джона Гопкинса и Калифорнийского университета смесь названа «гопкалитом»). Эта смесь имеет свойство, даже при самой низкой температуре воздуха, каталитически окислять окись углерода с помощью кислорода воздуха до углекислоты, которая потом легко связывается (например натронной известью). В настоящее время для этой цели применяется смесь перекиси марганца и окиси меди; из нее особым способом готовят зерна диаметром в 1—2 мм с очень большой поверхностью.

Так как при этом идет реакция



без израсходования катализатора, то тем самым теоретически подобный фильтр должен действовать бесконечно долго. Однако катализатор оказывает свое действие только в сухом состоянии; с увеличением влажности его действие уменьшается, и при определенном

давлении водяных паров совершенно прекращается. Поэтому катализатор в фильтре помещается в соответствующем высушивающем веществе; фильтр действует до тех пор, пока это высушивающее вещество не израсходуется под действием влаги воздуха *.

Так как окись углерода не имеет ни характерного запаха, ни вкуса, а также не вызывает раздражения, то проскок ее через фильтр, работающий по принципу катализатора, не дает себя совершенно чувствовать, чего нет при фильтрах от других газов. При применении против окиси углерода фильтра, переставшего уже действовать, естественно, возможно отравление.

Правда, большой процент содержания в воздухе окиси углерода проявляет себя тем, что как фильтр, так и вдыхаемый воздух сильно нагреваются. В таком случае все же происходит полное разрушение окиси углерода. Нагревание как раз служит этому доказательством.

Чтобы однако иметь полную уверенность в защите от окиси углерода, применяют специальные приспособления, имеющие целью предупредить при любых обстоятельствах истощение катализатора. Это достигается двумя различными путями; оба они исходят из изложенного уже выше факта, что действие катализатора, а следовательно и фильтра зависит от мощности и длительности действия, имеющегося в фильтре осушителя.

В фильтре против окиси углерода фирмы Дрегер (американские также работают по этому принципу) осушитель устроен таким образом, что он даже при неблагоприятных обстоятельствах продолжает действовать в течение не менее четырех часов (даже при наличии перерывов). Аппарат снабжен измерителем времени (рис. 71).

Этот измеритель указывает количество воздуха, проходящего через дрегеровский СО-фильтр; при интенсивной работе человека в приборе он кончает свое действие в более короткий срок, чем в случаях когда человек, находящийся в приборе, остается в покое. В среднем измеритель устанавливается из расчета на четырехчасовую работу. При пользовании фильтром следует руководствоваться не временем, но показаниями этого измерителя. Начало пути стрелки отмечено светящейся точкой, а конец — двумя точками. Сама стрелка также светится.

Фирма Ауэр, наоборот, применяет в своем фильтре против окиси углерода химический показатель для обнаружения начинающегося истощения фильтра. Для этой цели в фильтр введен слой из карбида кальция, который при условии повышенного давления водяных паров в фильтре, когда тем самым действие катализатора ослабевает, начинает выделять ацетилен; последний своим характерным запахом предупреждает о том, что дальше пользоваться фильтром нельзя. Рис. 72 представляет разрез такого противогаса для СО. (На рисунке катализатор назван «активирующей массой», а слой карбида — «индикатором».)

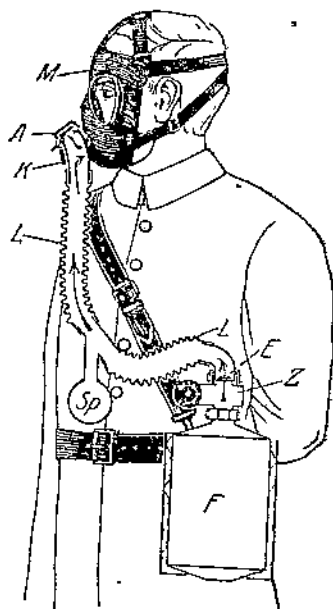


Рис. 71. СО-фильтр фирмы Дрегер с часовым механизмом

М — маска для дыхания; *А* — выдыхательный клапан; *К* — соединение; *Л* — гофрированная трубка; *Sp* — сплюснутый клапан; *Е* — выдыхательный клапан; *З* — счетчик; *Г* — фильтрующая коробка.

* Подобные противогазы для защиты от окиси углерода выпускаются трестом «Техника безопасности». Ред.

Этот ацетиленовый индикатор кроме того тотчас дает себя знать, когда пользуются фильтром в неподходящих условиях.

Для фильтрующих приборов против окиси углерода применяются только коробочные фильтры; они имеют также относительно большой вес и объем и приспособлены для клапанного дыхания.

Фильтр против окиси углерода применяется для защиты от всех содержащих окись углерода газов (эти газы могут содержать также и другие вредные газы). Таким образом он применяется в первую

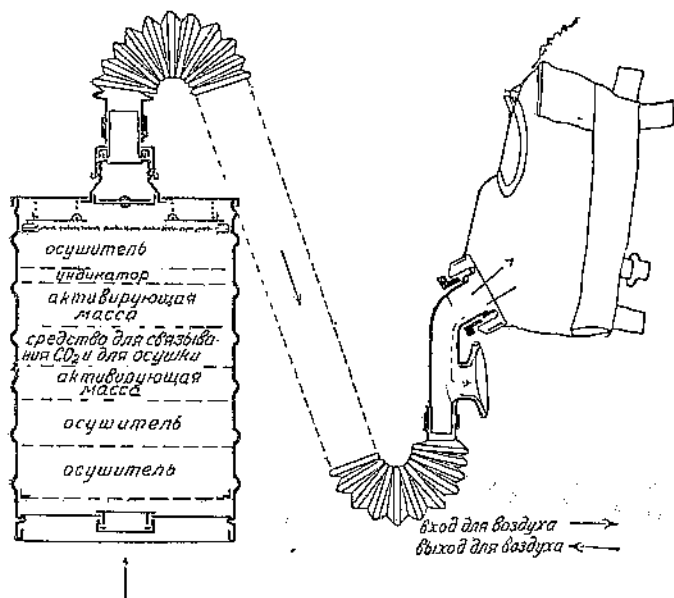


Рис. 72. Продольный разрез противогаса Дегеа для окиси углерода. Модель маски № 747, соединительная трубка № 770 и коробка Дегеа для СО № 64.

очередь для защиты от светильного газа, генераторного газа, водяного газа, колошникового газа, газов, образующихся во время пожаров, газов, образующихся при взрывах на газовых заводах, у коксовых печей, доменных печей, в рудниках, у генераторов, при борьбе с пожарами в шахтах и т. д. Во всем остальном при пользовании этими приборами следует учесть все неоднократно упомянутые ограничения, как и при пользовании другими фильтрующими приборами. Если в этом отношении имеется какое-либо сомнение или неуверенность, то лучше применить на всякий случай кислородный прибор.

Наряду с защитной способностью против окиси углерода, только что описанные фильтры дают также надежную защиту и против других вредных газов, так что фильтр против окиси углерода представляет собою сравнительно универсальный фильтрующий прибор.

По вопросу об американском защитном приборе против окиси углерода см. таблицу на стр. 776.

Упомянутый выше американский так называемый «all service mask», или «all service canister», в некотором роде однотипен описанным универсальным немецким защитным прибором против окиси углерода (см. ту же таблицу).

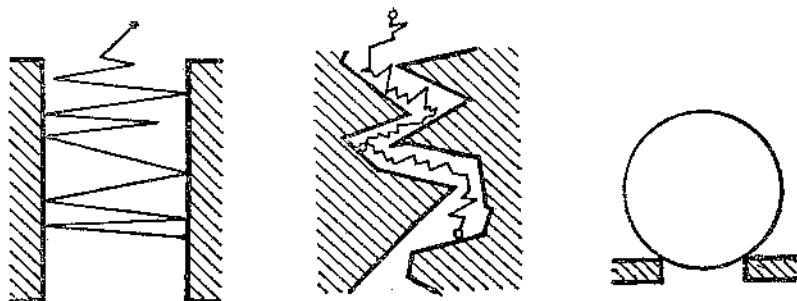
Задерживающая способность Дегеа-СО-фильтра		Задерживающая способность СО-фильтра фирмы Дрегер, тип 100 (30 л воздуха в 1 мин. и 1 % СО)*	
Г а з	Задерживает в г	Г а з	Задерживает в г
Аммиак	13,60	Аммиак	2,3
Бензол	13,20	Бензол	10,0
Синильная кислота . .	6,00	Синильная кислота . .	3,3
Фосген	11,60	Хлор	7,2
Соляная кислота . . .	18,70	Фосген	3,4
Сернистый ангидрид . .	16,30	Сернистый ангидрид . .	18,5
Сероводород	46,60	Сероводород	19,9
Четыреххлористый уг- лерод	19,10	Четыреххлористый уг- лерод	8,0

Применение этого вида универсальных фильтров в особенности необходимо в тех случаях, когда неизвестен газ, имеющийся в воздухе. Это например бывает при пожарах, когда пожарники входят на короткое время в горящие склады с химическими материалами. Недостатком этого прибора является то, что в случаях, когда речь идет об одном каком-либо газе, этот прибор задерживает его не на длительный срок, так как дыхательный фильтр содержит сравнительно небольшие количества каждого специфического абсорбирующего вещества.

Поэтому ни в коем случае не следует рассчитывать, что подобный «универсальный фильтр» является действительно универсальным противогазом. Его защитная сила в значительной степени зависит от времени и условий. Только кислородный прибор в этом смысле дает действительную универсальную защиту против вредных газов.

Фильтрующие приборы против туманов и дымов

Частицы тумана и дыма, как об этом упомянуто выше, значительно больше по своим размерам, чем молекулы газа; они не так подвижны как газы и имеют характерное для коллоидов более сла-



Газы. Благодаря значительному собственному движению частицы удерживаются на стенках даже весьма широких пор.

Дымы и туманы. Частицы удерживаются стенками, на которые они попадают благодаря их собственному движению.

Пыль. Частицы оседают механически, как на сите.

Рис. 73. Способ действия фильтра для дыхания

* Draegerhefte, 1930 (Juni).

бое «броуновское» движение. Для того чтобы отдельные частички задерживались стенками фильтрующего материала, последний должен обладать узкими по возможности разветвляющимися порами; такими материалами например являются войлок, клетчатка и т. п. Рис. 73 схематически показывает способ действия такого «противодымного фильтра» по сравнению с действием «фильтра против газов» и «фильтра против пыли» — о последнем еще будет речь ниже*.

Рис. 74 представляет собою разрез весьма действительного противодымного фильтра — так называемого «коллоидального фильтра». Передняя часть фильтра (ватный фильтр) служит для задерживания крупных частиц; собственно коллоидальный фильтр состоит из сложенной по отдельным камерам фильтровальной бумаги, что создает исключительно большую фильтрующую поверхность.

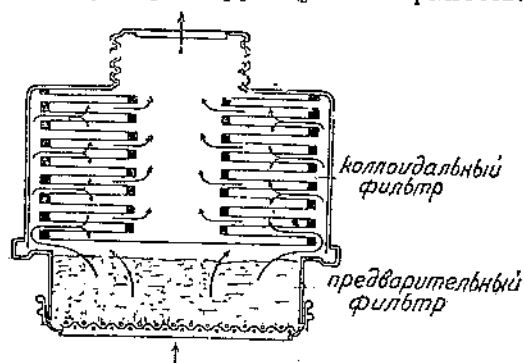


Рис. 74. Разрез коллоидального фильтра
Дегеа № 91.

Коллоидальный фильтр преимущественно употребляется для защиты от так называемого «металлического дыма», в особенности от свинцового дыма, при автогенной сварке и резке, при свинцовой пайке, при горячей клепке, при ломке старых судов и в металлургической промышленности.

Фильтрующие приборы против пыли

Для очистки вдыхаемого воздуха от пыли выбирают такой фильтрующий материал, поры которого уже диаметра крупных пылевых частиц. В этом случае пылевые частицы задерживаются механически (рис. 73). В большинстве случаев для этой цели применяют вату или губку, а в последнее время также целую систему из проводочных сеток, поставленных одна за другой, что однако не вполне оправдалось**. В тех случаях, когда имеют дело сочень тонкой пылью, приближающейся к коллоидальной дисперсности, нужно применять фильтры, устроенные по принципу, описанному в разделе «Фильтрующие приборы против туманов и дымов». Конструктивная сторона фильтрующего прибора для защиты от пыли (большей частью называемого предохранителем от пыли) не проста, так как к нему предъявляются требования определенной мощности, идеально плотного прилегания к лицу, легкости и дешевизны. Следует предостеречь от применения примитивно устроенных и потому недействи-

* Фильтры против пыли выпускаются Витебской очковой фабрикой. *Ред.*
** Schwartz u. Deckert, Zentralblatt Gewerbehyg. N. F. 7, 230 (1930).



Рис. 75а. Фильтр для дыхания с простым мундштуком.

Рис. 75б. Фильтр для дыхания с полумаской.

Рис. 75с. Фильтр для дыхания с полной маской.



Рис. 76. Защитный костюм фирмы Дрегер с кислородным прибором.

тельных защитных приборов от пыли, которые, хотя и претендуют на защитное действие, но в действительности таковым не обладают. В остальном ср. раздел «Заболевания, вызываемые вдыханием пыли».

Приборы для присоединения фильтра к органам дыхания

Различают следующие приборы:

1. Простой мундштук с одновременным закрыванием носа с помощью зажима, а при необходимости и глаз с помощью очков (рис. 75а). Мундштук, полностью предохраняя от отравленного воздуха, не требует тщательной индивидуальной подгонки, как это требуется в нижеописанных масках. Однако он имеет тот недостаток, что пользующийся им человек не может разговаривать; закрывание же носа зажимом и дыхание исключительно ртом при продолжительном пользовании мундштуком довольно тягостно. То же относится и к нижеописанным видам масок.

2. Носовые маски. Здесь очищается только воздух, вдыхаемый через нос, а рот собственной волей держится закрытым. В нужных случаях глаза защищаются очками. Применение этих масок ограничивается только случаями, где имеют дело со сравнительно безвредными видами пыли.

3. Полумаски*. Они закрывают рот и нос, оставляя глаза свободными. Если нужно, специально защищают глаза; иногда защитные очки и полумаска соединены между собою. Следует лишь следить за тем, чтобы маска герметически прилегала в области корня носа, что не всегда легко достигается (рис. 75б).

4. Полные маски*. Они закрывают рот, нос и глаза, оставляя открытыми лоб, щеки и подбородок и, таким образом, полностью защищают все лицо (рис. 75с).

5. Шлемы. Они закрывают почти всю голову.

6. Защитная одежда защищает все тело, служит для работ в атмосфере с кислыми парами или с «нарывными» газами (рис. 76).

Конструирование масок требует особой тщательности. Приходится заботиться о том, чтобы мертвое пространство по возможности было мало, чтобы маска плотно прилегала, чтобы была хорошая видимость, чтобы не затруднялось дыхание и т. д.

В лицевой части масок вставляются очки из небьющегося стекла или из ацетилцеллюлозы. Имеются маски с двумя круглыми или овальными глазными стеклами или только с одним круглым окошком; это окошко снабжено приспособлением для стирания влаги (рис. 77).

Если принять нормальное поле зрения у человека за 100%, а поле зрения у человека при разных типах масок выразить в процентах по отношению к нормальному полю зрения, то в то время, как например старая германская военная маска обладала только 24% нормального поля зрения, последние типы промышленных защитных масок обладают уже 70%, даже до 80% нормального поля зрения.

* В нашей литературе обычно под «полумаской» подразумевается такой тип лицевой части противогаза, который описывается авторами под названием «полная маска». Ред.

Материалом для масок в большинстве случаев служит либо резина, либо кожа; шлемы и защитная одежда делаются либо из резины, либо из соответствующего импрегнированного материала.

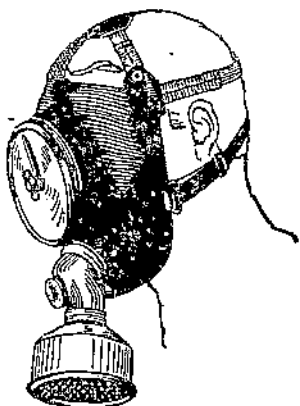


Рис. 77. Маска с фильтром фирмы Дрегер (имеется специальное круглое окошко с „вытиральником“).

К мундштукам, маскам и шлемам обычно могут быть присоединены любые фильтры, а также и кислородные и шланговые приборы; для этого у них имеются специальные стандартные нарезки для присоединения приборов.

В случаях, когда маски противогазов делаются не из кожи, а из прорезиненной ткани, срок службы их ограничен, так как при долгом лежании резина стареет и делается ломкой. Поэтому маски следует хранить в прохладном, сухом и темном месте, причем лучше всего каждую маску хранить в отдельной коробке. Особенно следует заботиться о том, чтобы при укладывании маски в коробки не получилось загибов и складок в ткани. При тщательном хранении резина маски может служить в течение нескольких лет, хотя точных данных по этому вопросу еще не имеется.

При пригонке маски надлежит обратить внимание на форму головы, на размеры бороды и т. д.

Всякий раз перед надеванием следует испытать ее для выявления возможной негерметичности.

Эта «проба на герметичность» состоит в следующем: делают выдох, закрывают входное отверстие мякотью большого пальца; делают вдох — при этом не должен быть слышен шум входящего воздуха.

После применения маска хорошо дезинфицируется; для этого она отделяется от фильтра, хорошо прополаскивается 2%-ным лизолом или 1%-ным хинозолом или другим раствором, сухо протирается тряпочкой и, наконец, высушивается на чистом воздухе, свободном от пыли. Стекла очков предварительно удаляют.

Срок службы фильтра зависит в первую очередь от условий и длительности его применения, а кроме того и от хранения. Фильтр выпускается заводом закрытым привинченной крышкой. При хранении в холодном и сухом помещении закрытый и не работавший фильтр сохраняется без изменения приблизительно 2 года, а фильтр против окиси углерода — 1 год. После вскрытия фильтра, в зависимости от обращения с ним и условий хранения, содержимое его более или менее быстро портится, в особенности если в нем имеется едкий натр или натронная известь.

Если после применения фильтр не остается при маске, а хранится отдельно, то следует снова привинтить закрывающийся колпачок у ротового отверстия фильтра, а у коробочных фильтров снова закрыть отверстия для входа воздуха.

Весьма распространены специальные жестяные коробки для совместного хранения маски и фильтра без доступа воздуха.

Краткие правила для пользования противогазом

1. Маска должна хорошо прилегать к голове.
2. Пользование противогазом можно доверить только тому, кто хорошо умеет обращаться с ним.
3. Перед надеванием маска каждый раз проверяется на герметичность.
4. Противогаз должен быть снабжен фильтром, соответствующим определенному газу.
5. К каждому противогазу всегда должен быть придан готовый к употреблению запасный патрон.
6. Фильтр после длительного употребления должен быть заменен, в особенности если работа в противогазе производилась при больших концентрациях.
7. Фильтрующий противогаз должен применяться только в тех случаях, когда не предполагается недостаток кислорода в воздухе. В противном случае, а также в случае если предполагается иметь дело с неизвестными газами, необходимо применять кислородные приборы или шланговые приборы для свежего воздуха.

Как уже выше было упомянуто, индивидуальная защита в мирное время базируется на опыте войны.

Развитие индивидуальной защиты во время войны интересно не только с исторической точки зрения. Все страны сначала применяли примитивные прототипы противогазов, заимствованные из опыта мирного времени. После первых попыток войск защититься от внезапно появлявшихся газов подручными средствами, как например носовыми платками, мундирами, тканями, перевязочным материалом, шерстью, были вскоре введены несколько более усовершенствованные средства защиты — защитные пакеты и т. п. В основном они состояли из ваты или нескольких слоев марли, пропитанных защитными солями — содой, гипосульфитом и т. п.; ими прикрывали нос и рот. Все эти вспомогательные средства базировались на абсорбционной способности жидкостей. Принцип влажного противогаза, несмотря на недостатки последнего, сохранился в некоторых армиях до конца войны.

Англичане, французы и русские применяли накинутые на голову кашпоны или противогазовые шлемы. В зависимости от примененного или от предполагавшегося быть примененным отравляющего вещества ткань этих защитных средств пропитывалась соответствующими химическими абсорбционными средствами — щелочью и гипосульфитом против хлора, фенолятом натрия и уротропином против фосгена, солями никеля против синильной кислоты, касторовым маслом и т. п. против органических раздражающих ОВ. С возраставшим разнообразием применяемых новых видов ОВ и учащением их применения оказалось необходимым вводить новые поглотители и обильнее пропитывать ткани жидкостью. Тем самым отпало главное преимущество влажных противогазов, которое заключалось в небольшом сопротивлении дыханию. С другой стороны, более рельефно выявились и недостатки их, а именно: сложность надевания и укрепления их, а также затруднения при продолжительном пребывании в них при внезапных атаках или при длительных газовых атаках. Поэтому, несмотря на дальнейшее усовершенствование влажных противогазов, они постепенно вытеснялись сухими абсорбирующими приборами.

Развитие и усовершенствование противогаза по мнению иностранных специалистов явилось самым большим техническим и научным достижением во время войны. Самая важная часть противогаза — дыхательный фильтр или фильтрующий патрон — состояла из активированного угля, адсорбционная мощность которого исключительно велика. Несмотря на непрерывные изменения других химических составных частей, все же уголь удержался до конца.

Введенный в 1916 г. германский противогаз с трехслойной набивкой содержал: слой, находившийся ближе ко рту и состоявший из диатомита или пемзы с уротропином, предназначенных для абсорбции фосгена; средний слой, состоявший из зерненного угля — для абсорбции органических раздражающих газов и наружного слоя с минеральной набивкой, пропитанной раствором поташа, — против хлора и т. п. газов. Для предварительной абсорбции таких раздражающих газов, как фосген, служил мелкий уголь, прибавлявшийся к наружному слою поверх минеральной набивки. Трехслойная набивка также в свою очередь подверглась изменениям; в последний год войны она заменена была двухслойной еще лучшей набивкой, состоящей из особо активного адсорбирующего угля. Этот фильтр защищал от всех газов, но не от ядовитых дымов и туманов, а следовательно и не от снарядов «синего креста» (с раздражающими арсинами). Поэтому потребовалось добавить сюда фильтр из волокон клетчатки.

Во время войны не удалось сконструировать более или менее удовлетворительного фильтрующего прибора против окиси углерода. Для этой цели вынуждены были употреблять известные еще в довоенное время закрытые кислородные приборы, приспособленные для новых условий применения («самоспасатели» и т. п.).

Французами были сконструированы разные модели противогазов, наконец также и коробочный фильтр. Англичане и американцы успешно конструировали более или менее большие коробочные фильтры. Эти респираторы имели несколько слоев из натронной извести, перманганата, угля, а также и прокладки из тканей, войлока и бумажной массы — против дымов и туманов.

Английский противогаз состоял из лицевой части, сделанной из прорезиненной материи и соединенной с помощью длинного подвижного шланга с металлической коробкой, которая носилась на груди. Дыхание происходило через рот при зажатом носе. В американской армии вначале применялся прибор, который представлял собою копию английского коробочного противогаза (Box respirator), а затем улучшенная форма французского коробочного противогаза Тиссо. Американским флотом вначале применялась маска, похожая на германскую армейскую маску, снабженную однако выдыхательным клапаном, а позже — маска типа Тиссо, у которой коробка находилась на голове*.

Русские имели резиновый шлем, покрывавший значительную часть головы и соединенный с абсорбирующим прибором, имевшим вид удлиненной металлической коробки. Набивка состояла из сравнительно большого количества мелкозернистого угля. В противогазе Петроградского горного института фильтрующая коробка состояла из угля с едкой известью.

Ни одна армия не имела такого идеального универсального противогаза, который обладал бы максимальной мощностью, мог бы

Barker M. E., Gas Mask Development, Chemical Warfare Edgewood Arsenal Md, 12, № 7, 11 (1926); цитир. по Du Bois, Physiol. of Respir., Part V, U. S. nav. med. Bull. 27, № 1.

быть надет в несколько секунд, давал бы минимальное сопротивление дыханию, не снижал бы боеспособности бойца, его зрения, слуха, не затруднял бы его разговора и не был бы тягостен при продолжительном пользовании им, и кроме того был бы удобен при складывании и носке. Ни один защитный прибор не мог одновременно удовлетворять всем этим требованиям. Очевидно, что в будущем удастся повысить мощность боевых противогазов, при этом они возможно станут более тяжелыми и громоздкими. Это видно и при сравнении германского военного противогаза образца 1918 г. с введенным после войны новым противогазом германского рейхсвера образца 1924 г. Последний состоит из лицевой части, трубки и фильтрующей коробки и снабжен вдыхательным и выдыхательным клапанами. Мертвое пространство в нем невелико, а поле зрения значительно. Но недостатки остаются и в нем, и в первую очередь недостаток физиологического порядка, неизбежно имеющийся в каждом противогазе, — это удлинение дыхательных путей.

В связи с развитием средств химической войны усложнялась и тесно связанная с нею противогазовая защита. Значительное развитие противогазовой защиты вызвало к жизни многочисленные организации как на фронте, так и в тылу. Достаточно упомянуть о службе оповещения, фронтовой метеорологической службе, противогазовой защите лошадей, собак связистов и санитарных, почтовых голубей, об опасности заражения средств питания, питьевой воды и воды для технических надобностей, о защите чувствительных приборов и оружия, о дегазации позиций, мест отдыха, предметов снаряжения и одежды. В тылу вопросами производства, контроля, распределения и хранения защитных средств были в течение продолжительного времени заняты десятки тысяч людей. Количество отправленных на фронт фильтров и коробочных респираторов достигло многих сотен миллионов штук.

Дополнительная литература по индивидуальной защите

- Алексеевский, Общий курс химии защиты, ч. I, Химтеорет, 1935.
Бадаев, Боевые отравляющие вещества и основы защиты от них, изд. 3, перераб. и доп., ОНТИ, 1938.
Вассерман, Дыхательные приборы в промышленности и в пожарном деле, 1931.
Дубинин, Физико-химические основы сорбционной техники, ОНТИ, 1935.
Мельников, Средства защиты от ОВ, ч. I, 1932.
Семенов М., Противохимическая оборона, стр. 62—102, ГВИЗ, 1933.
Шафранова, Индивидуальные защитные приспособления, Соцэкгиз, 1932.
Héderer Ch. et Istin M., L'arme chimique et ses blessures, Paris 1935.
Lustig A., Effetti e cura dei gas di guerra, 1936.
По вопросам защиты животных от ОВ см. Сошественский, Токсикология химических боевых веществ, Сельхозгиз, 1933.
Новейшую иностранную литературу см. в «Материалах по медико-санитарным вопросам обороны» за 1936 г.

Советское законодательство по охране труда и предупреждению отравлений

В капиталистических странах вопросам охраны труда почти не уделяется внимания. Рассматривая рабочего как придаток к машине, предприниматель проводит мероприятия по охране труда лишь тогда, когда это вызывается необходимостью избежать аварий машин или же это делается под давлением рабочих организаций. Рабочий класс в капиталистических странах борется за установление 8-часового рабочего дня, за запрещение детского труда, за введение оплачиваемого отдыха и охраны от непосильных условий труда.

Само собой разумеется, что коренное разрешение вопросов охраны труда непосредственно связано с разрешением политических вопросов, т. е. со свержением капиталистического строя.

В нашей стране, где рабочий является хозяином страны, законодательство по охране труда проникнуто особой заботой о людях, ибо «из всех ценных капиталов, имеющих в мире, самым ценным и самым решающим капиталом являются люди, кадры». (Сталин. Речь в Кремлевском дворце на выпуске академиков Красной армии 4/V 1935).

Сталинская конституция закрепила в СССР право на труд, отдых и материальное обеспечение в случаях болезни и потери трудоспособности, а также в старости.

Советское законодательство в деле создания для трудящихся действительно безопасных условий труда использовало все многообразие возможностей в этом направлении применительно к специфике каждого отдельного производства.

Профилактические мероприятия выразились в улучшении рабочей обстановки и устранении возможностей воздействия на организм вредных факторов механизации и машинизации, вредных процессов производства, а также повышением забот о здоровье трудящихся.

Здесь мы имеем законодательство в отношении ограждения действующих механизмов, вентиляционных устройств, поглотителей ядовитых выделений, установления предельно допустимых концентраций вредных газов и паров в воздухе производственных помещений и прямого запрещения особо вредных производств на территории Союза.

Ленинско-сталинская забота о человеке-строителе социалистического общества воплотилась в нигде невиданном по широте законодательстве по охране материнства и младенчества и детства, полном запрещении детского труда, а в особо вредных производствах и на особо тяжелых работах женского труда, в сокращении рабочего дня для подавляющего большинства рабочих до 7 часов и ограничении его в особо вредных производствах до 6 часов и ниже (до 4 и 3 час.), выдаче защитной одежды и спецодежды, спецпитания и пр.

Как общее правило, не разрешены сверхурочные работы. Каждый работающий обеспечен ежегодным отпуском продолжительностью не менее 12 рабочих дней с сохранением зарплаты за время отпуска. Непрерывно улучшаются материально-бытовые условия рабочих и служащих (рост реальной зарплаты, увеличение потребления). За 1937 г. через дома отдыха и санатории только по соцстраху прошли 2460 тысяч рабочих и служащих, не считая 1630 тысяч человек, проживших в однодневных домах отдыха.

Вся сила современной техники и знаний, рационализация, изобретательство, использование опыта передовых предприятий и т. д.

и т. п. были направлены пролетарским государством в помощь этому делу.

Путем кропотливой исследовательской работы в ряде производств были найдены безвредные для здоровья заменители применявшимся ранее вредным веществам.

В обязательном постановлении об устройстве и содержании промышленных заведений, утв. НКТ СССР от 29/I 1926 г. за № 21/309 ряд пунктов особо проникнут заботой о людях, желанием сделать труд на наших предприятиях здоровым и радостным.

Так один из пунктов этого постановления предусматривает, что «в случае технической неустранимости сопровождающих работу неудобств и вредностей для окружающего населения (шум, грохот, загрязнение воздуха пылью, дымом, копотью, зловонием, вредными газами и парами, загрязнение водоемов спусками) промышленные заведения должны быть выведены за черту населенных мест и устроены в таком расстоянии от них, чтобы население не страдало от указанных неудобств и вредностей».

Далее в отношении кубатуры производственного помещения наше советское законодательство строго регламентирует минимальную кубатуру производственного помещения, обеспечивая не менее 20 м³ объема воздуха на каждого рабочего, причем при вычислении кубатуры высота помещения свыше 3,55 м в расчет не принимается.

В условиях особо вредных для здоровья производств, сопровождающихся выделением вредных газов и паров (сероуглерод, цианистые соединения и т. п.), наше законодательство требует устройства герметически закрытых приборов с тем, чтобы газы и пары ни в коем случае не попадали в зону работающих.

Установление предельно допустимых концентраций вредных газов в рабочих помещениях на предприятиях капиталистических стран многие годы горячо рекомендуется различными учеными Западной Европы и Америки, но дальше утопических мечтаний там дело естественно не пошло.

В обществе, где руководящим началом технической политики и управления промышленными предприятиями являются нажива и обогащение, не производят затрат на то, что не сулит предпринимателю непосредственного увеличения доходов.

Только в нашей социалистической стране установлены нормы предельно допустимых концентраций (анилин — 0,01 мг/л, аммиак — 0,02 мг/л, мышьяковистый водород — следы, и т. д.). При этом предельно допустимые концентрации советским законодательством рассматриваются как максимальные, причем самим законом предусмотрена направленность мероприятий заводов и фабрик в сторону дальнейшего снижения этих концентраций в каждом конкретном случае, когда это окажется технически возможным.

Такие же жесткие нормы установлены в отношении тепло- и влаговыведений.

В горячих цехах все рабочие должны снабжаться газированной подсолонной водой (обязательное постановление ВЦИПС от 11/VI 1934 г.).

Ни в одной стране нет таких норм освещенности рабочего места, как в СССР (не менее 100 люкс при мелких работах).

В капиталистических странах много лет обсуждается вопрос о запрещении производства свинцовых белил. Лига труда при Лиге наций даже вынесла по этому вопросу специальное решение; однако нигде это производство до сего времени не запрещено. Только в СССР с 1935 г. изготовление и применение этого вредного продукта

в промышленности и гражданском строительстве запрещено и свинцовые белила заменены титановыми.

В резиновой промышленности, где одним из вредных веществ, применявшихся в дореволюционное время в производстве, являлся свинцовый глет, последний полностью заменен безвредными ускорителями (тиурам, каптакс, дифенилгуанидин).

Огромное значение в деле оздоровления труда имеет механизация трудоемких и вредных процессов.

В своих исторических шести условиях товарищ Сталин указал, что в СССР должна проводиться механизация наиболее тяжелых процессов труда. Такие же директивы были даны в резолюциях XVII Партконференции и XVII Партсъезда.

В результате механизации в нашей стране совершенно изменены опасные и трудоемкие процессы при следующих работах: разливе кислот (на кислотных станциях) и каустика, разливе и транспорте горючих жидкостей, загрузке колчедана и выгрузке огарков в печах для обжига колчедана, загрузке извести в известково-обжигательной печи и выгрузке ее, и т. д.

В резиновой промышленности, где преимущественно преобладал ручной труд, полностью механизированы процессы резки сырого каучука вследствие применения ножа-гильотины, а также процесс закройки галошных передов, который сейчас производится вырубочными прессами и т. п.

В капиталистических условиях рационализация производства, прогресс техники, как правило, приводят к росту безработицы, снижению зарплаты и т. п. При социализме же всемерное использование технических усовершенствований ведет к неуклонному улучшению жизненных условий трудящихся.

Основные положения об охране труда в СССР предусмотрены республиканскими Кодексами законов о труде, имеющими специальные разделы, регламентирующие охрану труда трудящихся. В развитие Кодексов законов о труде до 1933 г. НКТ СССР издавались Обязательные постановления, регулирующие условия работы во всех отраслях промышленности, а после слияния НКТ СССР с ВЦСПС на последний возложено издание инструкций, правил и разъяснений по применению действующего законодательства о труде (пост. СНК СССР 21/VIII. 1934 г. СЗ 1934 г. № 43, ст. 342). Правила и нормы по технике безопасности и производственной санитарии устанавливаются Центральными комитетами профсоюзов по согласованию с заинтересованными ведомствами (пост. СНК СССР и ВЦСПС 10/IX 1935 г. (СЗ 1935 г. № 57, ст. 333).

Ниже приводим общие нормы, касающиеся всех гигиенически важных моментов, как то: санитарного устройства, оборудования и содержания промышленных предприятий, предусмотренные Обязательным постановлением НКТ СССР «об устройстве и содержании промышленных заведений» от 29/I 1926 г. с дополнениями от 30/X 1929 г. В указанном постановлении предусмотрены как вопросы устройства и содержания фабричных помещений, так и меры против особых опасностей и вредностей производства (герметизация, устройство вентиляции и т. д.). Приводим отдельные выдержки из этого постановления.

«Общие обязательные постановления об устройстве и содержании промышленных заведений». Утверждены НКТ СССР 29/I 1926 г. № 221/309 (Изв. НКТ, 1926 г. № 8). Изменены и дополнены пост. НКТ СССР 30/X 1929 г. № 346 (Изв. НКТ 1929 г., № 48—49).

Устройство рабочих помещений

...15. Все мастерские должны быть достаточно просторны, светлы, теплы и сухи...

20. На каждого работающего в мастерских должно приходиться не менее 20 м³ объема воздуха. При вычислении кубатуры высота помещения свыше 3,55 м в расчет не принимается...

27. Отопительные приборы должны быть устроены и расположены таким образом, чтобы была возможна систематическая очистка нагревательных поверхностей от пыли и чтобы была исключена возможность ожогов рабочих.

28. Паровые трубы, а также приборы, не относящиеся к отоплению, но работающие паром или горячими газами или огнем, либо развивающие высокую температуру вследствие механических или химических процессов, должны быть снабжены изолирующими обкладками или заключены в кожухи...

31. Во всех рабочих помещениях должна быть устроена вентиляция, обеспечивающая надлежащую чистоту воздуха...

Содержание фабричных помещений

38. Поды в фабрично-заводских помещениях должны выметаться ежедневно мокрым или другим, не допускающим распыления, безвредным способом. Всякого рода сор должен немедленно после уборки удаляться из помещения мастерских.

39. Не менее одного раза в неделю должна производиться тщательная чистка и уборка мастерских с обметанием пыли мокрым способом со стен, потолков, оконных рам, стекол, отопительных приборов и пр., или же пыль должна удаляться пылесосами...

Меры против особых опасностей и вредностей
производства

42. Заведующие производством работ должны ознакомлять рабочих с опасностями и вредностями поручаемых им работ и следить за выполнением рабочими всех мер предосторожности во время работ.

43. Независимо от общей вентиляции в местах образования пыли, газов и паров должны быть устроены местные специальные вентиляционные приспособления (пылесосы, газо- и пароотводы и пр.) таким образом, чтобы пыль, газы и пары отсасывались непосредственно с места образования (станков, машин, котлов и пр.). Пылесосы и другие отсасывающие приборы должны иметь такое устройство, чтобы они могли легко очищаться во всех своих частях.

Примечание. Отсасываемый от станков воздух должен отводиться таким образом, чтобы он не мог попасть в рабочие и жилые помещения, если он предварительно не очищен в достаточной мере.

44. Для производственных процессов, при которых выделяются особо вредные пары и газы (сероуглерод, цианистые соединения и т. п.), должны устраиваться герметически закрытые приборы. Газы и пары ни в коем случае не должны попадать в зону пребывания работающих.

45. Для насыпки, пересылки, просеивания, дробления, размолы и прочих операций с порошкообразными веществами должны устраиваться особые изолированные помещения, снабженные для указанных целей закрытыми приборами с механическими приспособлениями.

47. Процессы производства, сопровождающиеся выделением большого количества водяных паров и образованием в помещении тумана (красильни, моечные и т. п.), допускаются только в особых помещениях. В этих помещениях должны быть приняты все меры к воспрепятствованию образованию тумана и конденсации паров на стенах и потолке...

49. В производствах, сопровождающихся выделением паров, газов, копоти, дыма или тягостного запаха, должны быть устроены специальные приспособления для предотвращения влияния на окружающее население или прилегающую местность...

51. Если по условиям производства работа совершается в помещениях с высокой температурой, влажностью, выделением вредных газов, паров и пр., то распределение рабочего времени должно быть по соглашению с санитарной инспекцией урегулировано так, чтобы периоды пребывания рабочего в таких помещениях были возможно короткими.

52. При работах, связанных с опасностью ожогов, воспламенения одежды или захвата ее движущимися частями механизмов; при работах пыльных, с веществами едкими, ядовитыми или опасными в смысле распространения заразы; при

работах, связанных с постоянным или периодическим промоканием одежды, пропитывании ее теми или иными веществами или с неизбежным по условиям работы сильным загрязнением ее, а также на работах при низкой температуре или при резко переменной температуре — рабочим должна предоставляться каждому отдельно спецодежда согласно нормам, утвержденным НКТ.

53. При исполнении работ, которые сопровождаются раздражающими глазами лучами, пылью и искрами или отлетанием осколков, стружек и т. п., способных ранить глаза, лицо и пр., — рабочим должны предоставляться предохранительные приспособления (очки, маски, шлемы и т. п.) согласно нормам, утвержденным НКТ.

54. При работах в помещениях, в которые могут проникать вредные для здоровья газы, пыль и пары, рабочим должны предоставляться специальные защитные принадлежности (в виде респираторов, шлемов, противогазов и пр.), согласно нормам, утвержденным НКТ.

55. При выполнении работ, связанных с выделением пыли и паров, могущих вызвать отравление или вредно действующих на полость рта и носа, рабочим должны предоставляться жидкости для полоскания.

56. Заведующие производством обязаны следить за тем, чтобы работы в котлах, ямах, газопроводах, закрытых каналах и тому подобных местах, где могут выделяться горючие или вредные удушливые газы, предпринимались не ранее как по надлежащем проветривании мест работы и проверке безопасности работ. Работы эти должны производиться под надзором особо назначаемого ответственного лица...

94. Твердые отбросы производства не должны разбрасываться по двору, а должны немедленно удаляться или сжигаться, или же сохраняться в особо для того предназначенных местах. Если же отбросы производства легко могут быть разнесены ветром или дают пыль, или могут гнить, или издают злое, или опасны в смысле заражения или отравления и если притом они по условиям производства не могут быть немедленно удалены или сожжены, то они должны сохраняться в закрытых помещениях или вообще таким образом, чтобы рабочие и окружающее население не страдали от пыли или зловония и не подвергались опасности заражения.

Применительно к отдельным производствам издан ряд постановлений, имеющих целью борьбу с газами, парами и пылью, образующимися в рабочих помещениях. Например в «Правилах о мерах безопасности работ в производствах минеральных солей и некоторых кислот, относящихся к основной химической промышленности», утвержденным НКТ 10/IV 1922, указывается:

...13. Во всех рабочих помещениях, в коих выделяются газы, пары и пыль, должна быть устроена искусственная вентиляция с таким расчетом, чтобы содержание в воздухе газов, паров и пыли не оказывало вредного влияния на здоровье работающих.

14. В помещении дробильных установок у аппаратов для размола и смешивания материалов должно быть устроено местное пылеотсасывание. При условии преобладания в последнем вытяжки над притоком в 1 обмен устройство общей вентиляции помещения не обязательно.

15. В помещениях, в коих при производственных процессах выделяются водные пары, должна быть устроена искусственная вентиляция с таким расчетом, чтобы в воздухе помещения не образовывалось тумана.

Над реакционными ящиками для получения купоросов, для растворения сульфатов при получении глауберовой соли, над упарочными коробками и котлами и пр. должны быть устроены специальные колпаки с трубами для вывода паров и газов во внешнюю атмосферу. При интенсивном выделении паров и газов края таких колпаков должны вплотную соприкасаться с краями реакционных сосудов. Для наблюдения за протекающими в реакционных сосудах реакциями колпаки должны быть снабжены специальными дверцами...

17. При выделении особо вредных газов из реакционных аппаратов в большом количестве непосредственный выход таких газов в атмосферу не допускается: в этих случаях обязательны специальные установки для улавливания газов.

(Марфенин и др., 1935 г., стр. 453—456.)

Правила о порядке предъявления и осуществления требований инспекции труда об устройстве вентиляции регулируются постановлением НКТ СССР от 27/VI 1930 г., № 254. Нормы и технические условия на проектирование вентиляционных устройств см. в проекте ОСТа 1936 г. (взамен ОСТ 4514).

Большое значение с точки зрения борьбы с промышленными отравлениями имеет следующее обязательное постановление НКТ СССР от 11/VII 1930, № 232 о предельно допустимой концентрации вредных паров, газов и пыли в рабочих помещениях.

1. При проектировании и строительстве новых производственных предприятий, а также при проведении оздоровительных мероприятий и при всяком капитальном переоборудовании и переустройстве существующих производственных предприятий должны соблюдаться следующие пределы допустимой концентрации вредных паров, газов и пыли (в миллиграммах на литр воздуха):

Оксись углерода для горячих цехов металлургических заводов и генераторных печей	0,03
Оксись углерода для прочих отраслей народного хозяйства	0,02
Сернистый ангидрид для заводов основной химической промышленности	0,04
Сернистый ангидрид для прочих отраслей народного хозяйства	0,02
Хлор	0,002
Сероводород	0,015
Аммиак	0,02
Серовуглерод	0,01
Бензин	0,5
Бензол	0,2
Анилин	0,01
Мышьяковистый водород	Следы
Свинец и его соединения	То же
Ртуть	То же
Цианистый водород	То же
Табачная пыль (в 1 м ³ воздуха)	5 мг

... 4. Указанные в ст. 1 предельные концентрации вредных паров, газов и пыли допускаются лишь в том случае, когда технически нельзя достигнуть полного отсутствия их в рабочем помещении.

5. Если в рабочем помещении имеются одновременно не один, а несколько вредных паров и газов и если к наличию их прибавляются другие профессиональные вредности (тяжелые метеорологические условия, действие лучистой энергии, тяжелая физическая работа и пр.), то пределы концентрации газов останавливаются в каждом отдельном случае санитарной инспекцией труда при рассмотрении проектов нового строительства или капитального переоборудования и переустройства производственных предприятий.

(Изв. НКТ 1930 г., № 22).

Для сравнения с приведенными выше данными приводим из проекта ОСТА «Вентиляционные устройства в промышленных предприятиях, нормы и технические условия на проектирование» (М. 1936) предельно допустимые концентрации паров, газов и ядовитых пылей в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

Предельно допустимая концентрация
в мг/л

1. Акролеин	0,002
2. Амилацетат, бутилацетат, этилацетат при совместном или раздельном нахождении их паров в воздухе помещений	0,2
3. Амилловый спирт	(см. п. 35)
4. Аммиак	0,02
5. Анилин	0,005
6. Ацетальдегид	0,1
7. Ацетон	0,2
8. Бензин II сорта	0,3
9. Бензол	0,1
10. Бензол, при наличии в воздухе паров других растворителей	0,05
11. Бром	0,001
12. Бромистый метил	0,005
13. Бутилацетат	(см. п. 2)
14. Бутиловый спирт	(см. п. 35)

	Предельно допустимая концентрация в мг/л
15. Ксилол	0,2
16. Кетоновое масло	не допускаются следы
17. Лигроин, уайтспирит, керосин	0,3
18. Метиловый спирт и метилацетат	0,03
19. Мышьяковистый водород	0,0005
20. Мышьяк и его соли в пересчете на мышьяк	0,01 мг/м ³
21. Нитробензол, а также другие нитро- и амидосоединения бензола	0,005
22. Озон	0,0001
23. Окислы азота в пересчете на N ₂ O ₅	0,005
24. Окись углерода	0,02—0,03 (в зависимости от рода производства)
25. Окись цинка при литье	5 мг/м ³
26. Окись этилена	0,005
27. Пропилацетат	См. п. 2
28. Пропиловый спирт	См. п. 35
29. Ртуть	0,001 мг/м ³
30. Сернистый газ	0,02—0,04 (в зависимости от рода производства)
31. Свинец и его соединения	0,01 мг/м ³
32. Сероводород	0,01
33. Сероуглерод	0,01
34. Скипидар	0,3
35. Спирт бутиловый, пропиловый, амиловый при совместном или раздельном их нахождении паров в воздухе помещения	0,1
36. Тетрахлорэтилен	не допускаются следы
37. Толуол (кислый)	0,1
38. Трихлорэтилен	0,05
39. Углеводороды жирного ряда при суммарном их определении	0,2
40. Формалин	0,005
41. Формальдегид	0,005
42. Фосген	0,0005
43. Фтористый водород	0,001
44. Хлор	0,001
45. Хлористый бензил	0,001
46. Хлористый водород	0,01
47. Хлористый метил	0,01
48. Хлористый этилен (дихлорэтан)	0,05
49. Хлороформ	0,1
50. Хромовый ангидрид	0,0001
51. Целлозольв	0,2
52. Цианистый водород	0,005
53. Циклогексанолацетат	0,05
54. Четыреххлористый углерод	0,01
55. Этилацетат	0,2
56. Этиловый спирт	1,0
57. Этиловый эфир	0,3
58. Табачная пыль	3,0 мг/м ³

Примечания: 1. При совместном нахождении паров, перечисленных в пп. 2 и 35 спиртов и ацетатов, их суммарная предельно допустимая концентрация не должна превышать 0,2 мг/л.

2. При одновременном выделении нескольких газов и паров, совместное действие которых отличается (усиливает) от действия каждого из них в отдельности, расчет ведется на уменьшенную вдвое против указанных в настоящей таблице концентрации.

3. Указанные концентрации относятся к тем производствам, где употребление этих веществ не воспрещено соответствующим законодательством.

Вопросы общего строительства помещений, устройства естественного освещения и вентиляции предусмотрены нормами специального проектирования, утвержденными Всесоюзным комитетом стандартизации при СТО от 14/II 1930 г. с дополнениями от 28/III 1931 г. (ОСТ

4508—4515 *). Детально разработаны НКТ и ВЦСПС правила по технике безопасности, в частности «Правила безопасности для паровых котлов и приборов, работающих под давлением», от 2/IX 1929 г., № 287.

Для отдельных отраслей промышленности разработаны подробные правила, охватывающие соответствующие виды производства, как например: «Правила о мерах безопасности работ в производствах серной, азотной и соляной кислот»; «Об устройстве и содержании предприятий, вырабатывающих свинцовые краски и другие свинцовые соединения»; «Правила по охране труда в производстве анилина, паранитроанилина»; «Правила безопасности при производстве серного эфира и ректификации спирта»; «О противопоказаниях, препятствующих приему на работу с нитросоединениями бензола» и т. д. Выполнение всех этих правил и ответственность в случае нарушения их выполнения возложена на административно-технический персонал предприятия — мастеров, начальников цехов и технического директора завода (приказ НКТ 1933 г. № 807, включающий «Положение об организации работ по технике безопасности и производственной санитарии» на предприятиях системы НКТП).

Надзор за выполнением этих правил возложен на Инспекцию труда соответствующего ЦК Союза и на промышленно-санитарного инспектора Наркомздрава; общественный контроль над проведением законов о труде осуществляется общественными инспекторами по охране труда и комиссиями охраны труда. За невыполнение вышеуказанных правил администрация может быть оштрафована до 100 рублей и привлечена к уголовной ответственности. При выявлении безусловно угрожающих здоровью условий работ на аппаратах, в цехах, заводах — инспектору труда предоставлено право закрывать предприятия (или часть его) впредь до выполнения администрацией правил обеспечивающих безопасную работу в цехе.

Для улучшения условий труда, для обеспечения возможности проведения мероприятий по охране труда предусматриваются в промфинплане предприятий ежегодные ассигнования за счет капитальных расходов и за счет цеховых расходов.

В тех исключительных случаях, когда нет полной возможности обеспечить нормальные условия труда (по техническим или другим причинам), законодательством о труде предусмотрены компенсации в виде сокращенного рабочего дня, дополнительных отпусков, выдачи молока и т. д.

По химической промышленности сокращенный рабочий день по вредности (6- и 4-часовой) установлен постановлением НКТ от 10/XI 1928 г. с последующими дополнениями для рабочих 51 профессий (производство мышьяка, свинца, некоторых кислот и т. д.); установлен дополнительный двухнедельный отпуск для рабочих 230 профессий (Постановление НКТ от 30/IV 1929 г.); введена выдача молока в качестве нейтрализующего вещества в дни работы для рабочих 92 профессий (Постановление НКТ от 23/IX 1923 г., № 93).

Большое значение придается в СССР научной разработке вопросов охраны и гигиены труда. Быстрый рост сети научных институтов, занимающихся (зачастую параллельно) этими вопросами, вызвал необходимость в издании Совнаркомом СССР специального постано-

* ОСТ 4513 заменен ОСТ 8545. См. также проект (1936 г.) ОСТ норм и технических условий на проектирование вентиляционных устройств (взамен ОСТ 5414).

вления от 14/X 1934 г. — «О реорганизации работы научно-исследовательских учреждений в области охраны и гигиены труда». (На фронте здравоохранения от 1/XI 1934 г., № 18.)

.... СНК СССР постановляет:

1. Научную разработку вопросов по нормам промышленной санитарии (в частности промощещения и промвентиляции), по физиологии и гигиене труда, профпатологии и профзаболеваниям полностью сосредоточить в научных учреждениях наркоматов здравоохранения союзных республик, возложив на последние ответственность перед государством за планирование и качество научной работы в этой области.

Важнейшая роль в деле борьбы за оздоровление условий труда принадлежит Государственной санитарной инспекции, созданной в соответствии с постановлением ЦИК и СНК СССР от 23/XII 1933 г. «Об организации Государственной санитарной инспекции» и постановлением ВЦИК и СНК РСФСР от 20/III 1934 г.

Ниже приводятся выдержки из инструкции № 28/37 от 10/II 1935 г. «О порядке работы государственной санитарной инспекции местных отделов здравоохранения» и инструкции № 9/35 от 21/I 1935 г. «О работе государственного санитарного инспектора по жилищно-коммунальной санитарии» («На фронте здравоохранения» от 1/III 1935 г. № 4).

1. В соответствии с постановлением ЦИК и СНК СССР от 23/XII 1933 г. и ВЦИК и СНК РСФСР от 20/III 1934 г. Госсанинспекция является органом государственного надзора за выполнением всеми предприятиями, учреждениями и лицами, находящимися на территории деятельности Госсанинспекции, санитарно-гигиенических правил, установленных распоряжением центральной власти или обязательными постановлениями местных исполкомов и советов.

2. На Государственную санитарную инспекцию возлагается:

- а) проведение предупредительного санитарного надзора при выборе участков планирования и проектирования вновь строящихся предприятий и сооружений и населенных мест и во время проведения строительных работ; санкция с точки зрения санитарии на открытие и пуск в эксплуатацию предприятий, учреждений, жилищ, сооружений, имеющих санитарное значение и т. п.;
- б) проведение текущего санитарного надзора за устройством, содержанием и эксплуатацией указанных выше объектов;
- в) разработка проектов местных обязательных постановлений по вопросам санитарии, санитарно-гигиенических правил и т. п....

3. Объектами, на которые распространяется деятельность государственного санитарного инспектора по жилищно-коммунальной санитарии, являются:

а) санитарно-технические сооружения и мероприятия по уничтожению вредных газов, дыма, копоти, пыли и т. п. в целях оздоровления населенных мест и жилищ,...

4. Предупредительный санитарный контроль (пункт «а» § 2) осуществляется в плановом или сверхплановом порядке и включает в себя нижеследующее:

- а) участие в проработке органами коммунального хозяйства, промышленности и сельского хозяйства контрольных цифр, перспективных планов и дислокации объектов строительства;
- б) санитарный контроль во всех моментах строительства и благоустройства населенных мест, начиная с выбора места под постройку, рассмотрения основных заданий, генеральных планов и проектов планировки населенных мест, зданий и сооружений;
- в) дача по проектам заключений с санитарно-гигиенической точки зрения;
- г) осмотр и дача разрешения на пуск в эксплуатацию готовых объектов и санитарный контроль за их правильным устройством и оборудованием с точки зрения гигиены и санитарии.

Основные законоположения, касающиеся предупреждения отравлений отдельными веществами, приведены в специальной части данной книги.

Литература

Марфенин и др., Техника безопасности и производственная санитария, Профиздат, 1935.
Якимчик, Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, изд. 4-е, Гострудиздат, 1930.

ДОБАВЛЕНИЕ РЕДАКТОРА

1. Токсичность продуктов, образующихся при синтезе синтетического каучука

Синтез каучука «Совпрен» состоит из получения ацетилена, полимеризации его, хлорирования полимера, полимеризации образовавшегося хлорированного полимера — хлоропрена (соединение непредельного характера), отгонки летучих веществ из полимера и блока СК. При этом процессе образуются летучие: углеводороды ацетиленового ряда, хлоропрен, дихлорбутен, пары соляной кислоты, дихлориды и ряд летучих веществ, химическая природа и свойства которых недостаточно изучены. Экспериментально на животных установлена значительная токсичность этих веществ. Из них самой ядовитой оказалась соляная кислота, вызывающая смерть белых мышей при концентрации (0,7—1 мг/л). Остальные продукты также обладают значительной токсичностью, вызывая смерть при концентрации 1—5 мг/л при 6-часовом воздействии, с явлениями значительных изменений в паренхиматозных органах.

При производстве синтетического каучука из спирта образуются следующие вещества, выделяющиеся в воздух рабочих помещений: 1) спирт этиловый, 2) спирт для контактирования, 3) высшие спирты, 4) эфир-альдегидная фракция, 5) три смеси веществ, образующихся в отделении для ректификации спирта, 6) технический дивинил, технический псевдобутилен. Из этих веществ наибольшую токсичность показали высшие спирты и смесь № 3 отделения ректификации. Последняя дала наиболее резкие патолого-анатомические изменения в органах: а) в печени и почках — жировое перерождение и некроз, б) в сердце — некроз с петрификацией, в легких — пневмония и отек. Наименее токсичным оказался псевдобутилен.

При обработке резинита (каучукоподобный продукт, получаемый в результате взаимодействия дихлорэтана и сернистого натрия, — продукт стойкий к воздействию нефтепродуктов и некоторых кислот) на резиновых заводах из него выделяется, особенно при повышенной температуре обработки, сложная смесь токсически действующих продуктов.

Сюда входят: 1) летучие вещества резинита, выделяющиеся при обычных метеорологических условиях; 2) летучие вещества резинита, выделяющиеся при вулканизации; 3) конденсат летучих веществ резинита, выделяющихся при температуре 135—140°; 4) дихлорэтан; 5) этиленмеркаптан; 6) фракция 82—84° конденсата № 1 (дихлорэтановая); 7) фракция 111—113° конденсата № 1 (дихлорбутан и трихлорэтан); 8) остаток конденсата № 1, кипящий выше 160° и содержащий раздражающие вещества — хлор и серу.

Самым ядовитым из них оказался этиленмеркаптан, вызывающий смерть животных (белых мышей) уже при концентрации 1—3 мг/л. Большая часть других веществ также обладает значительной токсич-

ностью и вызывает смерть животных при концентрации 10—20 мг/л с явлениями значительных изменений в паренхиматозных органах.

Летучие вещества резинита, выделяющиеся при обычных метеорологических условиях, наименее токсичны.

Токсикологическое изучение данных веществ позволило ввести ряд мероприятий по линии проведения оздоровительных улучшений изменения условий и рационализации производства, санитарной технике, трудовому законодательству и др.

Литература

Левина Э. Н., Санитарно-гигиенические условия труда при производстве СК «Совпрен».

Гладышевская В. А. и Лифшиц И. И., Токсикологическая характеристика некоторых продуктов каучукового и резинового производства, Материалы I Всесоюзного совещания по промышленной токсикологии 22—26/XII 1937 г., ВГСИ НКЗ СССР.

2. Токсические свойства β, β_1 -дихлорэтилового β, β_1 -дихлоризопропилового эфиров

Дихлорэтиловый и дихлоризопропиловый эфиры приобрели в последнее время значение в качестве растворителей масел и жиров. Эти вещества обладают значительным общетоксическим действием, а также раздражающим действием на слизистые глаз и верхних дыхательных путей. При концентрации их паров в количестве 3—5 мг/л в течении 2-х часового пребывания в камере мыши погибли.

При нанесении на кожу они также вызывают общетоксическое действие.

Литература

Пономарева-Астраханцева Л. З., Материалы к изучению токсических свойств β, β_1 -дихлорэтилового и β, β_1 -дихлоризопропилового эфиров. Материалы I Всесоюзного совещания по промышленной токсикологии 22—26/XII 1937 г., ВГСИ НКЗ СССР.

3. Токсическое действие паранитрохлорбензола, паранитрофенетола парафенетидина, параанизидина

Паранитрохлорбензол, паранитрофенетол, парафенетидин, параанизидин образуются при производстве фенаcetина.

В клинике острых отравлений этими веществами отмечаются изменения крови, вегетативной системы и паренхиматозных органов при концентрации их в помещении до 0,01 мг/л воздуха.

Симптомы отравления появлялись постепенно, после некоторого скрытого периода. Первые жалобы со стороны больных: общая слабость, головная боль и головокружение. Затем наблюдается выраженный цианоз кожных покровов лица, туловища, конечностей и особенно видимых слизистых.

Нарушения вегетативной нервной системы выражаются в области сердечно-сосудистой системы (тахикардия, переходящая в дальнейшем в брадикардию, лабильность пульса, стаз в капиллярах), в явлениях невроза желудка, усиленной потливости, небольшой лихорадки, нарушений углеводного обмена.

В крови обнаруживается метгемоглобин, тельца Гейнца, гемолиз, анемия, увеличение числа ретикулоцитов, эритроцитов с базофильной зернистостью, повышение максимальной резистентности эритроцитов.

В паренхиматозных органах наблюдается: поражение печени (увеличенная, болезненная, плотная печень, нарушение функции билирубиновыделительной способности ее, углеводного обмена) и почек (выделение белка в моче, появление выщелоченных эритроцитов).

Литература

Костюкова О. З., К клинике острых отравлений некоторыми нитро- и аминоксоединениями, Материалы I Всесоюзного совещания по промышл. токсикологии 22—26/XII 1937 г., ВГСИ НКЗ СССР.

4. Токсичность солей фтора и бериллия

При получении металлического бериллия находят применение фтористые соединения (кремнефтористый натрий). В процессе производства получают следующие токсические вещества, действующие на организм: кремнефтористый натрий, фтористый кремний, фтористый натрий, фтористый водород, фтористый бериллий, фторокись бериллия и фтористонатриевый бериллий.

Христиани, Шосс и Куфье, проводя экспериментальные наблюдения над хроническим отравлением малыми количествами фтористого и кремнефтористого натрия, пришли к заключению, что кремнефтористый натрий даже в малых дозах проявляет большую токсичность, чем фтористый натрий.

Энгельгард и Вебер, работая с ингаляцией на животных пылей спека кремнефтористого натрия, фтористого бериллия и окиси бериллия нашли высокое токсическое действие этих пылей в нисходящей степени: спек, кремнефтористый натрий, окись бериллия.

Пыль окиси бериллия в концентрации $75\text{--}375\text{ мг/м}^3$ воздуха не оказывала на животных патологического воздействия. Пыль кремнефтористого натрия в концентрации $13\text{--}24\text{ мг/м}^3$ переносилась без видимых патологических явлений. Концентрации в 33 мг/м^3 оказывались минимально смертельными, а $45\text{--}55\text{ мг/м}^3$ вызывали у некоторых животных смертельный исход через $1\frac{1}{2}\text{--}2\frac{1}{2}$ часа.

Смертельной концентрацией пыли спека оказалась 22 мг/м^3 при ингаляции от 3—6 часов; 64 мг/м^3 при $1\frac{1}{2}\text{--}3$ -часовой экспозиции вызывали 50%-ную смертность.

Патолого-гистологические исследования в легких дали при интоксикации кремнефтористым натрием кровоизлияние, отек бронхов, отдельные воспалительные очаги; при ингаляции спека: отек, бронхопневматические очаги, кровоизлияния, периваскулярные и перибронхиальные раздражения промежуточной ткани и утолщение ее.

Замаховская в биологической пробе на животных (кроликах) в производственных условиях изготовления — электролизе солей бериллия в течение 7 дней, при 100-часовой в общей сложности экспозиции (при концентрации фтора до $0,002\text{ мг/м}^3$ и бериллия до $0,04\text{ мг/м}^3$) обнаружила вялость и понижение аппетита с 3-го дня и потерю в весе от 110 до 160 г за 7 дней.

Патолого-гистологически были обнаружены: гипогеремия слизистой оболочки трахеи, местами с кровоизлияниями. Легкие гиперемизированы, частью со спавшимися альвеолами, частью с небольшими расширениями. Расширение кровеносных сосудов брыжжейки, серозной оболочки желудка и кишечника и брюшины над мочевым пузырем. В печени: резкое местное набухание печеночных клеток. В почках застойная гиперемия, в надпочечниках — резко повышенное содержание липоидов в корковом слое.

Марцинковский и Сыроечковский дали описание клиники острых отравлений, связанных с производством бериллия в контакте с фтористыми солями.

Жалобы больных выражались в одышке, затрудненном дыхании, кашле с мокротой, общей слабости, и у 9 рабочих, связанных с процессом электролиза, в лихорадке с кратковременным ознобом, с высокой температурой и последующим потоотделением. Больные обнаруживали поражения слизистых оболочек и дыхательных путей. Лихорадка, связанная с электролизом, протекает следующим образом. Через несколько часов после работы, большей частью, к ночи, а в некоторых случаях незадолго до окончания рабочего дня, появляется сильный озноб с высокой температурой — до $39,5^{\circ}$. К утру после потоотделения температура падает, все явления проходят. В некоторых случаях подобные приступы лихорадки повторялись при каждом электролизе — 4—5 дней подряд.

Кроме легкого кашля, несколько затрудненного дыхания в этот период ничего не отмечалось. По истечении 2—18 дней, во время которых отсутствовало токсическое воздействие вещества, явления раздражения дыхательных путей усиливались, постепенно переходя в тяжелую форму длительно протекающего бронхолита (картина течения, по типу напоминающая ипритное поражение легких). В этот период кашель усиливался с большим выделением серозно-слизистой, а затем слизисто-гнойной мокроты. В легких в этот период прослушиваются при отсутствии каких-либо перкуторных изменений обильные мелко- и среднепузырчатые влажные хрипы, крепитирующие на всем протяжении легких, одинаково с обеих сторон, больше всего в нижних долях.

Рентгеновские данные соответствуют клинике.

Кроме этого отмечаются: раздражение слизистой оболочки глаз и носа, в крови — нейтрофильный лейкоцитоз, лимфопения, высокий РОЭ и явления раздражения пищеварительного тракта, увеличение и болезненность печени.

Течение болезни отличается чрезвычайной длительностью. Через 2—3 месяца после заболевания наблюдались ограниченные экскурсии легких, низкое стояние их границ, ослабленное дыхание, мелкие и крепитирующие хрипы в нижних долях, на рентгене — усиление рисунка корня легких (hil) с отходящими от него к диафрагме тяжами при жалобах на общую слабость, кашель, одышку.

Израэль отмечает, наряду с типичным течением, отравления фторокисью бериллия в форме капиллярного бронхита, протекавшего иногда по типу бронхиальной астмы. Астматические приступы наблюдались у лиц, подвергавшихся воздействию незначительных концентраций.

Литература

Замаховская Э. М., Оценка воздушной среды при изготовлении и электролизе солей бериллия. Сб. «Промышленная токсикология» ин-та им. Обуха, М. 1934 г.

Марцинковский Б. И. и Сыроечковский Е. Е., К диагностике, клинике и трудовой прогностке острых отравлений фтористым бериллием. Сб. «Промышленная токсикология» ин-та им. Обуха, М. 1934.

Израэль Б. Е., Аллергический феномен при интоксикации фторокисью бериллия. Материалы I Всесоюзного совещания по промышленной токсикологии 22—26/XII 1937 г., ВГСИ НКЗ СССР.

Weber u. Engelhardt, Zentralblatt f. Gewerbehygiene, № 2, 1933.

Вольтер С. В., Фармакодинамика фтористых соединений. Труды VI Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков и фармакологов 12—18/X 1937 г., Тбилиси 1937.

Приложение №

ПЕРЕЧЕНЬ ВАЖНЕЙШИХ ПОСТАНОВЛЕНИЙ И ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

(изданных НКТ СССР, ВЦСПС и ЦК Союзов)

1. Общие вопросы охраны труда

А. Сокращенный рабочий день

1. Список особо тяжелых и вредных профессий с сокращенным рабочим днем. Пост. НКТ СССР № 643 от 10/XI 1928 г. («Изв. НКТ СССР» № 51—52 за 1928 г. с дополнительными постановлениями НКТ СССР от 25/V, 26/V и 24/X 1929 г. и от 27/III 1930 г. («Изв. НКТ СССР», № 25, 26, 30, 50, 1929 г. и № 11, 1930 г.))

Б. Дополнительные отпуска

2. Правила об очередных и дополнительных отпусках. Пост. НКТ СССР от 30/IV 1930 г. («Изв. НКТ СССР» № 13, 1930 г.).

3. Список особо вредных и опасных профессий, дающий право на дополнительные отпуска. Пост. НКТ СССР № 156 от 30/IV 1929 г. («Изв. НКТ СССР» № 20—21, 1929 г.), от 23/II 1930 г. («Изв. НКТ СССР» № 7, 1930 г.) и от 27/V 1930 г. («Изв. НКТ СССР» № 19, 1930 г.).

В. Женский труд

4. Список особо тяжелых и вредных работ и профессий, к которым не допускаются женщины. Пост. НКТ СССР № 119 от 10/IV 1932 г. («Изв. НКТ СССР» № 22—23, 1932 г.) и пост. НКТ СССР № 177 от 17/V 1930 г. сохраняются в силе, кроме ст. 6а («Изв. НКТ СССР» № 30, 1930 г.).

5. Разделы о женском труде в следующих Обязательных пост. НКТ СССР по отдельным производствам:

- а) § 1—2 пост. о производствах минеральных солей и некоторых кислот;
- б) § 1—2 пост. о производстве хромовых солей;
- в) § 1—2 пост. о производстве серной, азотной и соляной кислот;
- г) § 10 пост. о применении мышьяка в производстве.

Г. Труд подростков

6. Пост. СНК РСФСР от 13/X 1922 г. о врачебном освидетельствовании рабочих-подростков (Собр. Узак. 1922).

7. Положение о ежегодных медицинских освидетельствованиях рабочих-подростков. Пост. НКТ—НКЗдрава РСФСР от 11/III 1929 г. («Изв. НКТ СССР» № 20—21, 1929 г.).

8. Пост. НКТ СССР от 21/II 1929 г. и НКТ СССР от 30/IV 1930 г. об условиях труда учеников-переростков школ ФЗУ («Изв. НКТ СССР» № 11 за 1929 г. и № 13 за 1930 г.).

9. Пост. НКТ СССР № 186 от 13/X 1932 г. о применении труда подростков с приложением списка работ, на которых запрещается применение труда лиц, не достигших 18-летнего возраста («Изв. НКТ СССР» № 28, 1932 г.).

10. Разъяснение НКТ СССР от 14/II 1932 г. об условиях труда подростков, окончивших школу ФЗУ до достижения 18 л. («Изв. НКТ СССР» № 7, 1932 г.).

11. Решение СНК СССР от 10/VII 1934 г. и пост. Секретариата ВЦСПС от 19/VII 1934 г. о продолжительности отпусков ученикам школ ФЗУ («Бюлл. ВЦСПС» № 15, 1934 г.).

12. Пост. НКТ СССР от 15/VI 1932 г. о болезнях и физических недостатках, препятствующих приему подростков в школы ФЗУ («Изв. НКТ СССР» № 21, 1932 г.).

13. Разделы о подростковом труде в следующих обязательных постановлениях НКТ СССР по отдельным производствам:

- а) 1—2 пост. о минеральных солях и кислотах;
- б) 1—2 пост. о хромовых солях;
- в) 10 пост. о применении мышьяка;
- г) 17 пост. о щетинных и щеточных фабриках;
- д) 1 пост. о табачных фабриках;
- е) 1 пост. о махорочных фабриках;
- ж) 2—3 пост. о типографиях и литографиях;
- з) 23 пост. об углежжении;
- и) 11 пост. о сухом протравливании семян.

Д. Индивидуальные защитные приспособления и компенсации по вредности работ

14. Пост. СНК СССР от 6/V 1931 г. о снабжении рабочих производственной одеждой и специальными видами одежды и обуви («Изв. НКТ СССР» № 16—17, 1931 г.).

15. Пост. СНК СССР от 4/VI 1931 г. о мерах к обеспечению сохранности спецодежды, спецобуви, выдаваемой на производстве («Изв. НКТ СССР» № 16—17, 1931 г.).

16. Пост. НКТ СССР от 23/I 1933 г. об утверждении норм спецодежды и предохранительных приспособлений на 1933 г. (нормы опубликованы в особом официальном издании НКТ СССР по каждой отрасли промышленности отдельно).

17. Приказы ВСНХ СССР от 21/XII 1930 г., 12/VI 1931 г., 4/I 1932 г. о спец-одежде («Изв. НКТ СССР» № 7, 1932 г.).

18. Пост. НКТ СССР № 93 от 27/IX 1923 г. с дополнениями и изменениями 20/VI и 20/VIII 1923 г., 8/IV 1924 г., 27/I и 2/IV 1926 г. Список категорий рабочих и служащих, коим вследствие особой вредности работы выдается предприятием в дни работы по одной бутылке молока («Изв. НКТ СССР» № 5—29, № 6—30, 1923 г., № 16, 1924 г.; № 6, № 15—16, 1926 г.).

19. Пост. НКТ РСФСР № 271—776 от 20/VI 1928 г. Список категорий рабочих и служащих, коим вследствие особой вредности работы выдается предприятием в дни работы по одной бутылке молока в сутки («Изв. НКТ СССР» № 6—30, 1923 г.).

20. Пост. НКТ СССР № 80 от 20/IX 1923 г. Список категорий рабочих и служащих, коим должно выдаваться спецмыло на дом в количестве 400 г сверх мыла, находящегося в предприятии при умывальнике («Изв. НКТ СССР» № 6—30, 1923 г.).

21. Разъяснение НКТ СССР № 328—433 от 22/VII 1924 г. о порядке снабжения рабочих спецмылом («Изв. НКТ СССР» № 30, 1924 г.).

II. Общие вопросы устройства и эксплуатации промпредприятий

22. Общие обязательные постановления об устройстве и содержании промышленных заведений, утвержденные НКТ СССР 29/I 1926 г. за № 21—309, с изменениями и дополнениями, внесенными в Обязательное постановление НКТ СССР от 30/X 1929 г. («Изв. НКТ СССР» № 8, 1926 г. и № 48—49, 1929 г.).

23. Правила и нормы искусственного освещения промышленных предприятий. Обяз. пост. НКТ СССР № 57 от 14/V 1933 г. («Изв. СССР» № 12, 1933 г.).

24. Освещение помещений, ОСТ 4513. Единые нормы строительного проектирования. № 3, 1933 г. «Производственно-обрабатывающие сооружения».

25. Обяз. пост. НКТ СССР № 232 от 11/VII 1930 г. о предельно допустимых концентрациях вредных паров, газов и пыли в рабочих помещениях («Изв. НКТ СССР» № 22, 1930 г.).

26. Пост. НКТ РСФСР от 5/VI 1928 г. о мерах по улучшению эксплуатации вентиляционных установок в промышленных заведениях («Изв. НКТ СССР» № 27, 1928 г.).

27. Циркуляр НКТ СССР № 254 от 27/VII 1930 г. о порядке предъявления и осуществления требований инспекций труда об устройстве вентиляции.

28. Приказ по ВСНХ СССР № 1818 и НКТ СССР № 346 от 12/VII 1930 г. о порядке испытаний вентиляционных установок при приемке иххозорганами.

29. Инструкция НКТ СССР № 104 от 23/XI 1930 г. о порядке осмотра и дачи заключения органами труда по установкам промышленной вентиляции.

30. Положение о спасательном деле на предприятиях, в которых проводятся работы, опасные по газу. Пост. НКТ СССР за № 314 от 28/III 1930 г. («Изв. НКТ СССР» № 13, 1930 г.).

31. Инструкции о мероприятиях по уборке помещений при авариях и инструкции по очистке, осмотру и пригодности аппаратов и резервуаров, в которых имеются вредные газы и пары. Приложение 2-е и 3-е к Правилам по охране труда в производстве анилина и паранитроанилина, утвержденные НКТ СССР от 29/VIII 1929 г. за № 282 («Изв. НКТ СССР» № 14—15, 1930 г.).

32. Обязательное постановление НКТ РСФСР № 6 от 7/II 1933 г. о порядке производства внутреннего ремонта, очистки и осмотра аппаратов химического производства. («Изв. НКТ СССР» № 8, 1933 г.).

33. Пост. Глав. Санинспекции РСФСР и секретариата ВЦСПС от 16/IX 1935 г. о периодических медицинских осмотрах рабочих, занятых по найму на работах во вредных производствах («Бюлл. ВЦСПС» № 21, 1935 г.).

34. Пост. НКТ СССР от 5/II 1930 г. о медицинских осмотрах на производстве анилина и паранитроанилина с приложением списка противопоказаний («Изв. НКТ СССР» № 14—15, 1930 г.).

35. Пост. НКТ СССР и НКЗ РСФСР № 95/346 от 1/III 1924 г. об обязательном извещении о профессиональных отравлениях и заболеваниях, с изменениями, внесенными постановлением НКТ СССР № 75 от 11/II 1923 г. («Изв. НКТ СССР» № 10—11, 1924 г. и «Изв. НКТ СССР» № 12—13, 1928 г.).

36. Цирк. НКЗдрава РСФСР № 129 от 23/VI 1924 г. о порядке обязательного извещения о профотравлениях и заболеваниях («Изв. НКТ СССР» № 33—34, 1924 г.).

37. Постановление Союзного совета соцстрахования от 4/I 1929 г. и от 20/I 1931 г. о списке профзаболеваний, дающих право на получение пенсии наравне с инвалидностью от несчастных случаев («Изв. НКТ СССР» № 11, 1929 г. и № 40 за 1931 г.).

38. Правила безопасности для устройства силовых газогенераторных станций и ухода за газогенераторными и вспомогательными при них установками. Обяз. пост. НКТ СССР от 14/V 1920 г. и 14/XI 1923 г. (Сборник Обязательных пост. НКТ 1923 г., вып. 3).

39. Правила устройства, обслуживания и установки ацетиленовых аппаратов и хранения карбид-кальция. Обяз. пост. НКТ СССР № 57 от 5 марта 1932 г. («Изв. НКТ СССР» № 24, 1932 г.).

Е. Химические производства

40. О мероприятиях по борьбе с вредностями черноанилинового крашения и печатания. Цирк. письмом НКТ СССР, ВСНХ СССР и ЦК профсоюза текстилей от 27/X 1928 г. (НКТ № 625).

41. Оздоровительные мероприятия черноанилинового крашения и печатания (приложение к Цирк. письму НКТ СССР, ВСНХ СССР и ЦК профсоюза текстилей от 27/X 1928 г.) (НКТ СССР № 625).

42. Правила о мерах безопасности работ в производствах минеральных солей и некоторых кислот, относящихся к основной химической промышленности от 10/IV 1922 г. (Сборник правил по технике безопасности и промсанитарии НКТ 1923 г., вып. 3).

43. Правила о мерах безопасности работ в производствах серной, азотной и соляной кислот, утвержденные НКТ РСФСР 30/VIII 1922 г.

44. Правила о мерах безопасности работ в производстве хромовых солей (Сборник правил по технике безопасности и промсанитарии НКТ 1923 г., вып. 3).

45. Правила безопасности при производстве сернистого эфира и ректификации спирта. Обяз. пост. НКТ СССР № 10 от 10/I 1931 г. («Изв. НКТ СССР» № 4, 1931 г.).

46. Обяз. пост. НКТ СССР об устройстве и содержании предприятий, вырабатывающих свинцовые краски и др. свинцовые соединения, № 477/486 от 11/X 1924 г. («Изв. НКТ СССР» № 41, 1924 г.).

47. Об изготовлении, продаже и употреблении свинцовых белил. Обяз. пост. НКТ СССР № 265 от 16/VIII 1929 г. («Изв. НКТ СССР» № 40—41, 1929 г.).

48. Правила по охране труда в производстве анилина и паранитроанилина. Обяз. пост. НКТ СССР № 282 от 29/VIII 1929 г. с изменениями от 5/III 1930 г. № 93 (приложение к «Изв. НКТ СССР» № 38—39, 1929 г. и «Изв. НКТ СССР» № 14—15, 1930 г.).

49. О противопоказаниях, препятствующих приему на работу с нитросоединениями бензола. Пост. НКТ СССР № 206 от 9/VI 1930 г. («Изв. НКТ СССР» № 19, 1930 г.).

50. Правила устройства, содержания и безопасности работ при производстве

хлора и хлорной извести. Обяз. пост. НКТ СССР № 63 от 10/III 1931 г. («Изв. НКТ СССР» № 9, 1931 г.).

51. О порядке устройства и содержания газовых заводов. Обяз. пост. НКТ СССР № 3/300 от 4/I 1925 г. («Изв. НКТ СССР» № 1 за 1925 г.).

52. Правила техники безопасности и промсанитарии производств связанного азота. ЦК азотной и спецхимии, 1936 г.

53. Правила техники безопасности и промсанитарии производств хлора и хлорпроизводных. ЦК азотной и спецхимии, 1937 г.

54. Правила техники безопасности и промсанитарии производств взрывчатых веществ и порохов, 1936 г.

55. Правила техники безопасности и промсанитарии в производствах искусственного волокна. ЦК азотной и спецхимии, 1937 г.

56. Правила техники безопасности и промсанитарии в производствах суперфосфата. ЦК минеральных удобрений и содовых продуктов, 1936 г.

57. Правила техники безопасности и промсанитарии мышьяковых производств. ЦК минеральных удобрений и содовых продуктов, 1936 г.

58. Временные строительно-противопожарные нормы для промышленных и складских предприятий НКТП СССР. Утверждены НКТП СССР 8/XII 1935 г. и согласованы с ГУПО НКВД 23/XII 1935 г.

59. Приказ по НКТП № 675 от 15/IV 1936 г. о работе в области техники безопасности в 1936 г.

60. Приказ по НКТП № 1200 от 17/VII 1936 г. об усилении мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии в химической промышленности НКТП.

Приложение II

СТАНДАРТЫ

(Технические условия)

Аммиак жидкий синтетический (ОСТ НКТП 2299): сорт А — влаги не более 0,2%; сорт Б — влаги не более 1,0%.

Аммиачная вода каменноугольная концентрированная (ОСТ 6449):

	Высший сорт	Сорт А	Сорт Б	Сорт В
Содержание NH_3 (вес. %)				
не менее	21,75	18	18	18
Углекислоты не более, г/л	80	100	120	—
Сероводорода не более, г/л	30	40	50	—

Аммиачная вода синтетическая техническая (ОСТ 3754): выпускается двух концентраций — I и II; уд. в. I при $15^\circ/15^\circ$ не выше 0,910, уд. в. II при $15^\circ/15^\circ$ не выше 0,926; содержание NH_3 в I не ниже 25%, во II не ниже 20%.

Анилин технический (ОСТ 8686): маслообразная прозрачная жидкость, от светложелтого до красновато-коричневого цвета; уд. в. при $20^\circ/4^\circ$ 1,021—1,022; темп. кип. $182\text{—}185^\circ$, в пределах $1,6^\circ$ должно перегоняться не менее 96 объемн. %; анилина в высушенном продукте не менее 99%; нитробензола — отсутствие; влаги в техническом продукте не более 2%.

Ацетилен растворенный технический (ОСТ 7421): ацетилена 98 объемн. %; PH_3 не более 0,02%; H_2S не более 0,1%; ацетона и влаги не более 50 г/м³; в качестве растворителя должен применяться только чистый ацетон.

Ацетон технический чистый (СТ ГОХП 3994): уд. в. при 20° 0,792—0,796; в пределах $55\text{—}57,4^\circ$ при 760 мм должно перегоняться не менее 95 объемн. %, содержание диметилкетона CH_3COCH_3 не менее 97%; нелетучего остатка не более 0,002%; содержание влаги, нераствор. примесей и др. — по спец. пробам.

Ацетон чистый (ОСТ 332): совершенно прозрачная и бесцветная жидкость; уд. в. при 20° не выше 0,796; в пределах $55\text{—}57,4^\circ$ должно перегоняться не менее 95 объемн. %; отсутствие щелочей.

Бензидин основание (реактив) (СТ ГОХП 1546): белые или желтоватые мелкоигольчатые кристаллы; $(\text{C}_6\text{H}_5)_2 \cdot (\text{NH}_2)_2$ — 99—99,5%; темп. пл. $127\text{—}129^\circ$.

Бензины: ОСТы и технические условия см. стр. 345.

Бензол (реактив) (СТ ГОХП 1548): (чистый для анализа) уд. в. при 20° не менее 0,8777; темп. затв. не менее $5,0^\circ$; темп. кип. $79,6\text{—}80,6^\circ$ (должно перегоняться не менее 95 объемн. %).

Бензол моторный (ОСТ 2400): см. стр. 376.

Бензол чистый каменноугольный (ОСТ 463): см. стр. 376. **Бензол чистый нефтяной** см. стр. 345.

Бром технический (СТ ГОХП 2541): тяжелая красно-бурого цвета легколетучая жидкость с удушливым запахом; брома не менее 98%; хлора не более 0,3%; сульфатов не более 0,1%; нелетучих веществ при $15\text{—}20^\circ$ не более 0,3%; отсутствие воды.

Газойль (ОСТ 8842): см. стр. 344.

Горничное масло нерафинированное пищевое (ОСТ 8503): выпускается двух сортов: уд. в. 0,912—0,921; иодное число 92—128; число омыления 170—182; кислотное число не более 1,5—2,25.

Диметиланилин технический (СТ ГОХП 2817):

Внешний вид	I сорт	II сорт	III сорт
	Жидкость светложелтого цвета	Жидкость от желтого до светлокоричневого цвета	Жидкость от желтого до коричневого цвета
Уд. в. при 20°	0,955—0,960	0,955—0,965	
Темп. кип.	192—195°	191,5—195°	191—196°
Должно перегоняться в интервале, соотв. темп. кип., в пределах 2° в объемн. % не менее	95	93	90
Содерж. анилина, %	спец. качеств. проба		} 2
Содерж. монометиланилина, %	отсутствует	0,3	

Динитронафталин Б (ОСТ НКТП 2500): выпускается двух сортов; совершенно однородный порошок (может быть гранулирован); темп. заст. 152° (I сорт) и 150° (II сорт); влаги и летучих веществ 0,5%; нерастворимых (в смеси ацетона и ксилола) веществ 0,2% (I сорт) и 0,3% (II сорт); золы не более 0,2%.

Динитрохлорбензол плавильный (СТ ГОХП 2359): динитрохлорбензола в сухом продукте не менее 98,3%; темп. заст. не ниже 47°; влаги 0,5% (до 1,5%).

Известь хлорная (ОСТ 59): должна быть белой, порошкообразной, без комков; активного хлора не менее: класс А—35%, класс Б—32%.

Иод технический (СТ ГОХП 2540): иода не менее 94—95%; хлора не более 0,1%; органических веществ не более 0,2—1,0%; золы не более 0,3%; сульфатов не более 0,25%.

Камфора из пихтового масла (СТ ГОХП 2362): выпускается 2 сортов:

	I сорт	II сорт
Камфоры не менее, %	91,48	88,43
Темп. пл.	170—177°	170—177°
Борнеола не более, %	4	7
Влагн не более, %	4,5	4,5

Карбид кальция технический (ОСТ НКТП 2468): выпускается 2 сортов; выход технического ацетилена из 1 кг карбида должен быть (при 20° и 760 мм), в зависимости от величины кусков, не менее 230—280 л/кг или 250—300 л/кг; количество пыли при просеивании сквозь сито с круглыми отверстиями в 2 мм не должно превышать 3%; фосфористого водорода в ацетилене—не более 0,06 объемн. %; сероводорода в ацетилене—не более 0,15 объемн. %.

Карболка черная 50% для дезинфекций (ОСТ 8232): уд. в. при 25° 1,03—1,08; воды не более 5% (допуск. до 10%); фенолокрезолов 50% ± %.

Керосины: ОСТ и технические условия см. стр. 345.

Кислород газообразный технический и медицинский (ОСТ 6477): содержание O₂ по объему не менее 99%; кислород для медицинских целей не должен содержать окиси углерода и сероводорода.

Кислота азотная синтетическая (крепкая) (ОСТ НКТП 2467): HNO₃ не менее 98 вес. %; окислов азота (в пересчете на N₂O₅) не более 0,6%; твердого прокаленного остатка не более 0,1%; цвет слегка желтоватый или бесцветна, отсутствие осадка.

Кислота муравьиная техническая (СТ ГОХП 2364): бесцветная прозрачная жидкость; уд. в. при 20°/4° не ниже 1,196; муравьиной кислоты 86 ± 0,5%; должна выдерживать специальные испытания на соляную, серную кислоты и соли тяжелых металлов (железо, свинец).

Кислота пикриновая, 2,4,6-тринитрофенол (ОСТ 3515): вырабатывается трех сортов; кристаллич. светложелтый порошок без видимых на-глаз механических примесей; темп. заст. 119—119,5°; влаги и летучих веществ не более 0,5%; нерастворимого в бензоле остатка не более от 0,2% до 1,0%; серной кислоты не более 0,1—0,3%.

Кислота плавиковая (фтористоводородная) чистая (ОСТ 8109): бесцветная жидкость с резким запахом; фтористого водорода не менее 40%; кремнефтористоводородной кислоты не более 0,4%; серной кислоты не более 0,05%.

Кислота уксусная техническая (ОСТ 718): выпускается 2 концентраций:

	30%/ная	60%/ная
Уд. в. при 20°	1,0383 ± 0,0011	1,0642 ± 0,0006
Содержание CH ₃ COOH, вес. %	30 ± 1	60 ± 1
Сухого остатка не более, %	0,08	0,04

Кислота уксусная чистая (непищевая) (ОСТ 717): кислота должна быть чистой, прозрачной, должна смешиваться с водой во всех пропорциях без помутнения.

	80%-ная кислота	Ледяная кислота
CH_3COOH , вес. %	$80 \pm 0,5$	не менее 98
Сухого остатка не более, %	0,02	0,02

Кислота хлорсульфоновая техническая (ОСТ 367): тяжелая, дымящая на воздухе жидкость, от желтого до коричневого цвета; уд. в. при 20° 1,720—1,770; в пределах 148—156° должно перегоняться не менее 92 вес. %; хлорсульфоновой кислоты не менее 92%; нелетучего остатка не более 7%.

Кислота щавелевая (реактив) (ОСТ 4104): содержание $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ для химически чистого препарата 99,8%; примеси для чистого продукта: нерастворимые в воде вещества 0,01%; нелетучий остаток 0,05%; хлориды, сульфаты и азот по 0,005%; железо 0,001%, тяжелые металлы 0,001%.

m-Ксилидин технический (СТ ГОХП 1162): прозрачная жидкость, от желтого до светлорыжевого цвета; аминов по нитриту (считая на моль ксилидина) не менее 98%; m-ксилидина не менее 94%.

Ксилол чистый каменноугольный (ОСТ 465): см. стр. 377.

Метилацетон (ОСТ 6207): прозрачная легкоподвижная жидкость, состоящая из смеси ацетона, метилового спирта и эфиров уксусной кислоты; растворитель; уд. в. 0,83; ацетона 40—55%; до 70° перегоняется до 95 объемн. % ацетона.

Метилацетат технический (ОСТ 4751): прозрачная, бесцветная, легкоподвижная, огнеопасная жидкость, состоящая в главной массе из уксуснометилового эфира с примесью метилового спирта и ацетона; уд. в. при 20° 0,900—0,930; в пределах 57—60° должно отгоняться не менее 90 объемн. %; сумма эфиров в пересчете на метилацетат и кетонов в пересчете на ацетон должна быть не менее 85%, в том числе эфиров не менее 75%.

Мышьяк белый (ОСТ 8245). Вырабатывается следующих пяти сортов: стекловидный аморфный — для стекольной промышленности; рафинированный I и II сорта — для специальных целей; технический I сорта — для инсектицидной промышленности на арсениты натрия и кальция, арсенат кальция, швейнфуртскую зелень; технический II сорта — для инсектицидной промышленности на «протарс», «асмал» и другие разбавленные наполнителями мышьяковистые препараты. Технические условия:

		Рафинир.			Технич.	
		Стекл.	I сорт	II сорт	I сорт	II сорт
Внешний вид		Аморфная стекловидная масса, бесцветная или молочно-белого цвета со слабо желт. оттенком, не прозрачная	Кристалл. порошок белого цвета	Кристалл. порошок белого цвета с сероватым оттенком	Кристалл. порошок сероватого цвета	Кристалл. порошок сероватого цвета
Содержание	As ₂ O ₃ не					
ниже, %	.....	99,9	99,5	97	92	85
Нелетучего	остатка не					
выше, %	.....	0,1	0,5	3	8	15

Мышьяковистокислый кальций (ОСТ 5883): кальциевая соль мета- и орто-мышьяковистой кислоты; As_2O_3 70—72%; As_2O_5 не более 2%; свободной CaO не более 1%; влаги не более 1%.

Мышьяковистокислый натрий (ОСТ 5885): выпускается двух сортов; As_2O_3 79—82%; нерастворимый в воде остаток и влага — не более по 1%; должен выдерживать специальную пробу на несвязанный мышьяковистый ангидрид.

Мышьяковокислый кальций (СТ ГХП 1642): основная кальциевая соль орто-мышьяковой кислоты; As_2O_3 $40 \pm 2\%$; As_2O_5 не более 1%; воднораств. As_2O_5 и As_2O_3 не более 0,6%; свободной CaO не менее 2%; влаги не более 1%.

Нафталин кристаллический каменноугольный для технических целей (ОСТ 277): выпускается трех сортов; кристаллы; темп. заст. не ниже 79,6°, 79,3° и 79°.

Нафталин сублимированный (против моли) (ОСТ 667): чешуйки белого цвета; темп. заст. 79—80°.

Нашатырный спирт медицинский (ОСТ 8881/НКТП 2291): уд. в. при 15° 0,910 ± 0,003; содержание NH_3 25% ± 1%.

Нашатырь невозогнанный (ОСТ 56): в порошке и пресоованный; NH_4Cl не менее 97%; NaCl не более 2%.

Никотин основание: 95—98% (ОСТ 4078): цвет лимонно-желтый, коричневый, вишневый; уд. в. при 15° 1,009—1,010; растворимость в воде полная; прозрачность полная; механические примеси не допускаются.

Никотин основание: 50% (ОСТ 4079): цвет темнозеленый, коричневый; уд. в. при 15° не менее 1; растворимость в воде полная; механические примеси не допускаются.

m-Нитроанилин (технический) (СТ ГОХП 827): кристаллы светложелтого цвета; *m*-нитроанилина не менее 83%; *o*- и *p*-изомеров, считая на *m*-, не более 1%; в сухом продукте *m*-нитроанилина не менее 96,5%; нач. темп. пл. не ниже 112°.

p-Нитроанилин (технический) (СТ ГОХП 1531): мелкие кристаллы от светло-желтого до желто-коричневого цвета; влаги 18—20%; *p*-нитроанилина в сухом продукте 97—98%, темп. пл. 145—146°; *p*-нитрохлорбензола (для продукта, получаемого аммированием нитрохлорбензола), считая на нитроанилин, не более 1%.

Нитробензол технический (СТ ГОХП 2416): уд. в. при 20° 1,202—1,205; начало кип. 208—210°, в пределах 5° от начала кипения должно перегоняться не менее 97 объем. %; динитробензола не более 0,3 вес. %; непронитрованных углеводородов не более 0,4%.

Оксид магния (реактив) (ОСТ 6766): примеси для чистого продукта: нерастворимые в HCl вещества 0,1%; растворимые в воде вещества 0,5%; хлориды 0,05%; сульфаты 0,2%; железо и тяжелые металлы по 0,01%; кремниевая кислота и вещества, осаждаемые аммиаком, 0,1%.

Оксид свинца (реактив) (СТ ГОХП 1873): чистый PbO — не менее 99%; хлориды 0,08%; высшие окислы свинца (Pb_2O_3) 0,3%.

Пиробензол (ОСТ 3255): см. стр. 345.

Серная кислота (ОСТ 5354 и 5355):

	Камерная	Башенная и Gloverная	Купоросное масло	Аккумуляторная
Уд. в.	1,555—1,572	1,670—1,685	1,828—1,838	1,828—1,838
Содержание моногидрата (H_2SO_4), %	не менее 65,0	75,0—76,5	не менее 92	92—93
Содержание азотистого ангидрида (N_2O_5), %	не более 0,01	не более 0,02	—	отсутствие

Для башенной и Gloverной кислот, получаемых из газов металлургических печей, допускается содержание N_2O_5 не выше 0,04%.

Серная кислота (реактив) (ОСТ 7388): уд. в. при 15°/4° 1,835—1,840; серной кислоты 93,56—95,60%.

Сера дисперсная (ОСТ 6855) и комовая (ОСТ 6854): выпускается четырех сортов:

	I сорт	II сорт	III сорт	IV сорт
Серы чистой не менее, %	99,5	97	95	75
Влажности не более, %	0,2	0,5	1,25	5
Зольности не более, %	0,3	2,3	3,0	19,5
Селена и мышьяка суммарно не более, %	0,001	0,1	0,1	—

Сероуглерод технический каменноугольный (ОСТ НКТП 3154): выпускается 2 сортов:

	I сорт	II сорт
Уд. в. при 20° не менее	1,07	1,06
Реакция	нейтральная	
Пределы кип., отгоняется не менее 90% при температуре	до 75°	до 82°
Содерж. чистого сероуглерода не менее, %	65	55

Сероуглерод технический синтетический (ОСТ 7101):

	Ректификат	Полуректи- фикат	Сырец
Цвет	бесцветный	прозрачный	желтого цвета
Должно перегоняться в пре- делах 46—47° не менее, объемн. %	98,5	98	92
Серной и сернистой кислоты и сероводорода	отсутствие		—
Нелетучего остатка не ме- нее, %	0,01	0,03	—

Смола каменноугольная сырая (каменноугольный деготь) (ОСТ 3737): густая вязкая жидкость темнокоричневого до черного цвета; уд. в. при 20° 1,13—1,22; воды не более 5% (до 10%); свободного углерода не более 12%.

Сода каустическая жидкая электролитическая (ОСТ 4899): едкого натра не менее 610 г/л; хлористого натрия не менее 3,75%; углекислого натрия не менее 2%.

Сода каустическая твердая (ОСТ 5254): вырабатывается 4 сортов; едкого натра не менее 90—95%; углекислого натрия не более 2,5—3%; хлористого натрия не более 1,5—3,75%; цвет от белого до коричневого-серого.

Соляровое масло (ОСТ 3177): см. стр. 344.

Сольвент-нафта очищенная (ОСТ 6396): см. стр. 376.

Спирт бутиловый нормальный (реактив) (СТ ГХП 2356): бесцветная прозрач-
ная жидкость со своеобразным запахом; чистый: уд. в. 0,8092—0,8102; темп. кип.
116,5—118,5° (в этих пределах должно перегоняться не менее 95 объемн. %).

Спирт древесный для денатурации (ОСТ 1366): уд. в. при 20° не выше 0,830;
кетонс не менее 25 объемн. %; до 70° должно перегоняться не менее 85 объемн. %.

Спирт изоамиловый (реактив) (ОСТ 7670): бесцветная, прозрачная жидкость
со своеобразным запахом; уд. в. при 20°/4° 0,8108—0,8115, темп. кип. 128—132°
(в этих пределах должно перегоняться не менее 95 объемн. %).

Спирт изобутиловый (реактив) (СТ ГХП 2357): бесцветная, прозрачная
жидкость со своеобразным запахом; чистый: уд. в. при 20°/4° 0,8016—0,8026; темп.
кип. 106,5—108,5° (в этих пределах должно перегоняться не менее 95 объемн. %).

Спирт изопропиловый (реактив) (СТ ГХП 2355): бесцветная, прозрачная
жидкость со слабым запахом спирта; смешивается с водой во всех отношениях;
чистый: уд. в. при 20°/4° 0,7847—0,7857; темп. кип. 80,6—82,6° (в этих пределах
должно перегоняться не менее 95 объемн. %).

Спирт метиловый (древесный) (не синтетический) (ОСТ 6442): выпускается
пяти сортов:

	М (высшей очистки)	МА	МБ	МВ	МГ
Цвет		прозрачный и бесцветный			желтова- тый
Уд. вес	0,793	0,794	0,795	0,796	0,800
Ацетона, вес. %	0,03	0,06	0,1	0,8	5
Отгон. в пределах 64—67° по объему не менее, %	98	98	95	90	—
Отгон. до 70°, %	—	—	—	—	90

Спирт метиловый (реактив) (ОСТ 5118): бесцветная прозрачная жидкость;
смешивается с водой во всех отношениях; хим. чистый: уд. в. при 15°/15° не
более 0,7973; темп. кип. 64,5—65,5°; содержание CH_3OH не менее 99,8 объемн. %.

Спирт пропиловый нормальный (реактив) (СТ ГХП 2354): бесцветная про-
зрачная жидкость с характерным запахом спирта; смешивается с водой во всех
отношениях; чистый: уд. в. при 20°/4° 0,8032—0,8042; темп. кип. 96,0—98,0° (в этих
пределах должно перегоняться не менее 95 объемн. %).

Спирт этиловый ректификованный (ОСТ 116): крепость не ниже 95 объемн. %;
альдегидов не более 0,002%; сивушных масел не более 0,003%; не должен содер-
жать фурфурола; должен выдерживать пробу Савая 10 на 10; сложных эфиров
не более 50 мг/л.

Сурьма (ОСТ 662): химических примесей не более 1% (мышьяка не более
0,1%); в сурьме для баббитов допускается до 5% меди.

о-Толуидин (ОСТ 3622): маслообразная, прозрачная жидкость от светложел-
того до светлокрасновато-коричневого цвета; уд. вес при 20° 0,997—0,998; темп.
кип. 198,8—201,3° (с попр.), в этом интервале должно перегоняться 99—99,5%;
нитротолуола и р-толуидина отсутствие; воды не более 0,5%.

p-Толуидин (ОСТ 3623): кристаллы светложелтого до светлорычного цвета; темп. заст. $42,5^{\circ}$ (с погр.); влажность 1%; механических примесей следы. Толуол чистый каменноугольный (ОСТ 464): см. стр. 376. Толуол чистый нефтяной см. стр. 345.

Уайт-спирит (ОСТ 5448): см. стр. 345.

Углекислота жидкая техническая (ОСТ 2381): содержание CO_2 не менее 98 объемн. %; непоглощаемых едким калием газов (N_2 , O_2 , CO и др.) не более 2% (CO не более 0,05%).

Уксусноэтиловый эфир (СТ ГОХП 1839):

	абсолютн.	97 $\frac{1}{2}$ -ный
Уд. в. при 20°	$0,9002 \pm 0,0004$	$0,897-0,901$
Темп. кип. (должно перегоняться не менее 95 объемн. %)	$76,2-77,2^{\circ}$	$75,5-77,5^{\circ}$
Эфира, %	99,5	97
Спирта, %	0,5	2,5

p-Фенилендиамин основание (реактив) (СТ ГОХП 2117): действующего начала в пересчете на $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$ не менее 98,5%; темп. пл. $139-141^{\circ}$; примеси о-изомера 0,015—0,03 и m-изомера 0,05%.

Фенол кристаллический каменноугольный (кристаллическая карболовая кислота) (ОСТ 3296): кристаллы бесцветные, розовые или красноватые; темп. заст. не ниже 37° (после просушки $40,5^{\circ}$).

Фенол синтетический (СТ ГОХП 2361): выпускается двух сортов:

	I сорт	II сорт
Внешний вид	бесцветн. кристал.	бесцветн. или слабо-розов.
Темп. заст. не ниже	сплав $39,5^{\circ}$	сплав $38,5^{\circ}$
Нелетучих веществ не более	$0,02\%$	$0,02\%$

Формалин из метанола (СТ ГОХП 3823): выпускается $40 \pm 0,5\%$ и $30 \pm 0,5\%$.

	40%-ный		30%-ный	
	сорт А	сорт Б	сорт А	сорт Б
Формальдегида в 100 мл	$40 \pm 0,5$ г	$40 \pm 0,5$ г	$33 \pm 0,5$ г	$33 \pm 0,5$ г
Метилового спирта в 100 мл	7—9 г	7—9 г	до 2 г	до 2 г
Кислотность в пересчете на муравьино-ую кислоту в 100 мл не более	0,05 г	0,15 г	0,05 г	0,15 г

В 40%-ном формалине, выпускаемом заводом с 1/X по 15/V, содержание метилового спирта должно быть 12—14 г в 100 мл формалина.

Фосфор желтый технический (ОСТ НКТП 4097): цвет желтый от светложелтого до темнокоричневого; темп. заст. не ниже 43° ; фосфора желтого не менее 99,5%; серы не более 0,2%; нерастворимого в сероуглероде остатка не более 0,5% (сумма серы и остатка не должна быть больше 0,5%).

Хлор жидкий (ОСТ 7419): содержание хлора не менее 99,5 объемн. %; влаги не более 0,06 вес. %.

Хлористый бензил технический (ОСТ 40054): выпускается двух сортов:

	I сорт	II сорт
Уд. в. при $20^{\circ}/20^{\circ}$	$1,108-1,115$	$1,108-1,124$
Содерж. хлора в боковой цепи, %	$27,5-28,5$	$27-29$
„ в ядре не более, %	0,6	1,5
В пределах $175-185^{\circ}$ перегоняется не менее, %	95	90
Неперегон. остаток, %	1	1

Хлорбензол технический (СТ ГОХП 2860): прозрачная жидкость, не содержащая механических примесей: уд. в. при 15° $1,112-1,114$; бензола не более 0,3%; полихлоридов не более 1,1%; хлористого водорода отсутствие.

Сера хлористая (техническая) (ОСТ 40073): выпускается двух сортов:

	сорт А	сорт Б
Внешний вид	прозрачная, от желтого до темнокрасного цвета	от красного до темнокоричневого цвета

Перегоняется при 760 мм не менее 95 вес. %		
при темп-ре	130—141°	до 141°
Уд. вес	1,675—1,680	1,675—1,685
Активного хлора, %	51,6—52,6	50,6—52,6
Нелетучего остатка, %	3	3,5

Хлорпикрин технический (ОСТ 129): бесцветная или слабоокрашенная в желто-зеленый цвет жидкость; в пределах 109,5—113° (при 760 мм) должно перегоняться не менее 98 вес. %; уд. в. при 20° 1,654—1,663; хлорпикрина (CCl_3NO_2) не менее 96%; свободных кислот (HNO_3) не более 0,01%; хлорпикрин не должен содержать капельножидкой воды, отстоя и взвешенных частиц, а всех примесей (растворенных и механических), в том числе и воды, может быть не более 4%.

Цианамид кальция (ОСТ НКТП 2469): выпускается двух сортов

	I сорт	II сорт
Азота не менее, %	23,0	18,0
Карбида кальция не больше, %	0,2	0,2
Минеральных масел (для уменьшения распыления), %	3 ± 1	3 ± 1

Четыреххлористое олово кристаллическое (ОСТ 5390): куски неправильной формы белого цвета; содержание $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ не менее 98,5%; железа не более 0,007%.

Четыреххлористый углерод технический (ОСТ 4578): уд. в. при 20°/20° не ниже 1,62; в пределах 75—76° должно перегоняться не менее 98%; сероуглерода не более 1%; отсутствие соляной кислоты и свободного хлора.

Швейнфуртская зелень (ОСТ 5882): двойная соль уксуснокислой и мышьяковистокислой меди $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$; As_2O_3 не менее 53%; CuO 28,5—30,5%; $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 8—9%; растворимого в воде As_2O_3 не более 3%.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Абель (Abel) 220
 Абесалимов 326
 Авогадро (Avogadro) 22
 Абрамовская 354
 Абрест (Abrest) 170, 235, 237, 276, 285
 Аверьянов 159, 170, 185, 195, 207, 220, 236, 303, 326, 407
 Агасс-Ляфон (Agasse-Lafont) 325, 329, 584, 601
 Адлер (Adler) 193, 392, 416, 599, 618
 Адольфи (Adolphi) 200
 Азбель 225
 Айелло (Aiello) 326
 Айзенберг 205, 207, 614
 Алабин 326
 Алексеева 584
 Алексеевский 785
 Аллеви (Allevi) 597
 Аллен (Allen) 483, 487
 Аллисон (Allison) 414
 Альбицкий 288
 Альвенслебен (Alvensleben) 660
 Альзен (Alsen) 709
 Альман (Ahlmann) 540
 Амор (Amor) 336
 Андре (André) 501
 Андреасов 195
 Андреев 186, 312, 428
 Андришка (Andriška) 282
 Арановский 195, 238, 286
 Аренс (Arens) 141
 Армит (Armit) 336
 Арон (Aron) 92
 Армстронг (Armstrong) 260, 651
 Арнольд (Arnold) 567
 Арнольди (Arnoldi) 141
 Арнштейн (Arnstein) 303
 Аронштам 225
 Астраханцев 121, 159, 186, 195, 281, 349, 361, 365, 370, 392, 423, 433, 438, 447, 463, 470, 487, 515, 518, 541, 570, 585, 586, 597, 642, 658, 753, 758
 Асс 185
 Ауб (Aub) 319, 325
 Аук (Hauck) 194
 Аустин (Austin) 67
 Ашкрофт (Ashcroft) 567
 Баадер (Baader) 136, 137, 141, 185, 285, 312, 318, 325, 326, 335, 339, 406, 438, 456, 515, 607, 660
 Баевский 487
 Баженов 326
 Бак (Back) 695
 Бакрадзе 335
 Баллота (Ballota) 331
 Бамбергер (Bamberger) 555
 Баник (Banik) 185
 Бар (Bahr) 228
 Баранов 197, 238, 292
 Баркан (Barkan) 284
 Баркер (Barker) 784
 Барков 185
 Баркрофт (Barcroft) 540
 Барнабишвили 407
 Барт (Barth) 614
 Барт (Bart) 209, 211
 Басс (Bass) 326
 Баустейн (Baustein) 570
 Бахем (Bachem) 411, 416, 417, 431, 432, 466
 Бахфельд (Bachfeld) 225, 237
 Баш (Basch) 185
 Беддок (Beddoc) 721
 Вейнткер (Beintker) 507
 Бек, (Beck) 197, 400, 764
 Бекер (Baker) 414
 Беккер (Bakker) 185
 Беденькая 597
 Белки (Belky) 212
 Белкин 518
 Беллон (Bellon) 220
 Беляев 515
 Бельчик 354
 Бельтциг (Boeltzig) 507
 Бем (Böhm) 711
 Беме (Böhme) 141
 Бенгем (Banham) 312
 Бенедиктова 312
 Бенедиктенты (Benedicenti) 260
 Бензи (Benzi) 437, 438
 Бенсман 185, 286, 597
 Бер (Behr) 220
 Берберов 159, 185
 Бергауз 584
 Берггоф (Berghoff) 682
 Бергелль (Bergell) 258
 Бергер 293
 Беренс (Behrens) 258
 Беркович 292
 Берлин 185
 Берль (Berl) 142, 211, 220, 283, 358, 477, 670

Бернар (Bernard) 114, 274, 706
 Бернгем (Burnham) 639
 Берну (Bernou) 525
 Бернштейн 447
 Берт (Bert) 90, 143, 210, 289
 Бертарецци (Bertarelli) 463
 Бертелло (Berthelot) 646
 Бертран (Bertrand) 703
 Бесси (Bessie) 220
 Бете (Bethe) 57, 86, 604
 Бетке (Betke) 540
 Бетман (Bettmann) 153
 Бэтчлор (Batchelor) 387, 391
 Бидер (Bieder) 447
 Бизальский (Biesalski) 656
 Бийлсма (Bijlsma) 283, 285
 Билер (Biehler) 209
 Бильрот (Billroth) 399, 414, 416, 423, 430, 431
 Биллс (Bills) 463
 Бине (Binet) 88
 Блажек 553
 Блатт (Blatt) 326
 Блашко (Blaschko) 619, 620
 Бленсдорф (Blänsdorf) 325
 Блумфильд (Bloomfield) 121, 339
 Боггс (Boggs) 392
 Богданович 173
 Боголепов 303
 Богорад 197, 286
 Богоявленский 312
 Боденштейн (Bodenstein) 220
 Бодонг (Bodong) 311
 Бойкот (Boycott) 86
 Бойль (Boyle) 67
 Бок (Bock) 211, 269, 270, 271, 284
 Бомар 355
 Бонзер (Bonser) 656
 Бонцаниго (Bonzanigo) 566, 570, 572, 584, 587
 Бор (Bohr) 67
 Борнтрагер (Bornträger) 548
 Борнштейн (Bornstein) 143
 Борсков (Borskow) 709
 Брандт (Brandt) 392, 427
 Браун (Brown) 341, 349, 358, 359, 473, 613
 Браунс (Brauns) 215, 220
 Брезина (Bresina) 423, 478, 585, 587
 Брендо (Brendeau) 392
 Бреслав 407
 Бриггеман (Briggemann) 309, 311
 Бридж (Bridge) 325
 Брикерт (Brickert) 335
 Брильян (Brillant) 228
 Бринлей (Brinley) 540
 Бродниц (Brodnitz) 354
 Бродовский 334
 Бронникова 597
 Бруевич 286, 303
 Брук (Bruck) 160
 Брукс (Brooks) 362
 Брунс (Brunns) 734, 752
 Брунталер (Brunntaler) 513, 515
 Брусилловская 353, 423, 478
 Брюкен (Brücken) 391
 Брюкнер (Brückner) 463, 667
 Брей (Bray) 164
 Бубарев 286, 335, 656

Бунеев 292
 Бунзен (Bunsen) 242
 Буреш (Buresch) 285
 Бурк (Burck) 170
 Бурн (Bourne) 399, 476, 477, 481
 Буррель (Burrell) 269, 284
 Бурштейн (Burstein) 302, 303, 596, 597
 Бус (Boos) 220, 463
 Буссенго (Boussingault) 706, 712
 Буссе (Busse) 91
 Бутенберг (Buttenberg) 701, 707
 Бутнер (Buttner) 584
 Буэрим 185
 Бутягин 229
 Бурхардт (Burckhardt) 542
 Бэймс-Рейтер (Bames-Reiter) 353
 Бёллерт (Böllert) 369
 Бёме (Böhme) 141
 Банхем (Banham) 212
 Бэр (Baer) 459
 Барроуз (Burrows) 656
 Бюрги (Bürgi) 611
 Бюшер (Büschler) 252, 299, 488, 671
 Бызов 362, 363
 Быков 597
 Быковский 286
 Бьерре (Bjerre) 566
 Вагенаар (Wagenaar) 687
 Вагшаль (Wagschal) 540
 Вазельс (Wasels) 722
 Вазер (Waser) 315
 Вайль 159, 238, 294, 299, 487, 541
 Вайндрах 326
 Вален (Vahlen) 336, 590
 Вальденбург (Waldenburg) 92
 Вальтон (Walton) 185, 225, 254, 285, 540, 643, 680, 682
 Вальявец (Waljavec) 173
 Ванд (Wand) 519
 Ван-Италии (Van Itallie) 283, 285
 Ван-Слайк (Van Slyke) 61, 67, 295
 Вандель (Vandell) 86
 Варбург (Warburg) 115, 529
 Вартин (Warthin) 487
 Васильев 326
 Васкевич 185, 570
 Вассерман 785
 Васько 326
 Вахтель (Wachtel) 490, 492, 511
 Вебер (Weber) 492, 497, 498, 505, 506, 797, 798
 Вебстер (Webster) 121, 573
 Вегер 312, 515
 Ведров 170, 570
 Веддер (Vedder) 30, 121, 159, 250, 251, 254, 255, 299, 452, 453, 454, 480, 482, 487, 501, 502, 512, 524, 525, 544, 545, 550, 553, 670, 681
 Везенер (Wesener) 91
 Вейзе (Weise) 185, 407
 Вейль (Weyl) 146
 Вейнберг (Weinberg) 585
 Вейнраух (Weynrauch) 326
 Вейс (Weiss) 302, 609, 701
 Вейскоттен (Weiskotten) 397, 392
 Вейсман (Weissmann) 626
 Вейхардт (Weichardt) 626

- Веллер (Weller) 487
 Вельден (Welden) 487, 752
 Вельдон (Weldon) 334
 Велтцль (Weltzl) 282
 Вемер (Wehmer) 705
 Венцель (Wenzel) 660
 Венцки (Wentzki) 236
 Вернер (Werner) 326
 Вершафельт (Verchaffelt) 725
 Вест (West) 512, 523, 524, 553, 670, 677
 Вивер (Weaver) 370
 Виганд (Wiegand) 541
 Вигдорчик 142, 195, 225, 286, 292, 303, 312, 326, 353, 407, 466, 597
 Вики (Wiki) 299
 Виланд (Wieland) 258, 718, 722
 Виленский 286, 334, 617
 Вилер (Wieler) 713, 716
 Вилле (Wille) 694, 700
 Виллер (Willer) 334
 Вильямсон (Williamson) 584
 Вилианд (Wieland) 211, 369, 370, 476, 478, 487, 539
 Вильгельми (Wilhelmi) 151, 159
 Вильд (Wild) 145
 Вильке (Wilke) 639, 643
 Вильсон (Wilson) 584
 Винглер (Wingler) 476, 478
 Винер (Wiener) 404, 406
 Винклер (Winkler) 211
 Виноградов 286
 Винслоу (Winslow) 378, 392, 121
 Винтерфельд (Winterfield) 549
 Винтерштейн (Winterstein) 67, 115, 292, 711, 715
 Вирт (Wirth) 33, 124, 212, 216, 220, 285, 369, 612, 658
 Вислиценус (Wislicenius) 647, 703, 704, 712, 714, 716
 Витгенштейн (Wittgenstein) 423, 443
 Витензон 515
 Витерспун (Witherspoon) 185, 285, 540
 Вит (Witt) 660
 Витте (Witte) 463
 Войтковский 597
 Войцеховский (Wojciechowski) 392
 Вол 185
 Волин (Wollin) 649
 Волинский (Wolinsky) 185
 Вольвилль (Wohlwill) 299
 Вольтер 159, 597, 798
 Вольф (Wolf) 452, 453
 Вольф (Wolff) 659, 709, 757, 713, 714, 716, 752
 Вольфовская 312
 Воробейчиков 334
 Воронов 392
 Воронова 326
 Ворохобин 186
 Воскресенский 584
 Вундерлих (Wunderlich) 285
 Вурм (Wurm) 428
 Вурстер (Wurster) 145, 146
 Вутцдорф (Wutzdorff) 334
 Габер Ф. (Haber) 24, 35, 126, 127, 251, 295, 398, 670, 685
 Гаврилов 392
 Гадамер (Gadamer) 283
 Газе (Hase) 544, 546, 687, 695, 700
 Газенклевер (Hasenclever) 716
 Гай 568, 670, 571
 Гайзе (Gayze) 335
 Галеоти (Galeoti) 87
 Галдобин 327
 Галлер 723
 Гальберштат 286
 Гальбершtedтер (Halberstädter) 339
 Гамильтон (Hamilton) 121, 225, 258, 306, 311, 331, 336, 392, 540
 Ган (Hahn) 141
 Ганауер (Hanauer) 354
 Гандер (Gander) 519
 Ганеман (Hahnemann) 721
 Ганке (Hanke) 579
 Танкель (Hankel) 185
 Ганнон (Hannon) 258
 Ганслиан (Hanslian) 153, 251, 255, 454, 480, 481, 487, 501, 524, 525, 670, 680
 Гансон (Hanson) 496, 527
 Ганцлик (Hanzlik) 555, 590
 Гарвей (Harvey) 716
 Гармс (Harms) 141
 Гартлейб (Hartleib) 428, 713
 Гартман (Hartmann) 723
 Гарц (Gahrzt) 701
 Гаспар (Gaspard) 624
 Гассельбах (Hasselbach) 67
 Гассельман (Hasselmann) 537, 540, 686
 Гасснер (Gassner) 708
 Гастальди (Gastaldi) 538
 Gate (Gate) 225
 Гаузен (Hausen) 466
 Гаузер (Hauser) 341
 Гаусс (Gauss) 369, 718
 Гафнер (Haffner) 67
 Гвотмей (Gwathmey) 121
 Гебель (Hebel) 330
 Гебер (Höber) 206
 Геберт (Hebert) 236, 237, 315
 Гегель (Hegel) 406
 Гедигер (Hediger) 722
 Геердт (Heerdt) 692
 Гейбнер (Heubner) 86, 121, 212, 220, 228, 237, 285, 483, 537, 540, 553, 556, 564, 600, 601, 615, 654, 655, 720, 721, 752
 Гейги (Geigy) 237
 Гейде (Heide) 463, 465, 466
 Гейер (Heuer) 708
 Гейзе (Heise) 556
 Гейм (Heim) 236, 237, 315, 325, 329, 584, 599, 601
 Гейманс (Heymans) 541
 Геймбергер (Heimberger) 331
 Гейнс (Haines) 121
 Гейц (Heitz) 496
 Гейцман (Heitzmann) 299, 353, 392, 487
 Гелих (Gölich) 625
 Геллер (Heller) 705
 Гельвиг (Hellwig) 418
 Гельдиева 327
 Гельман 159, 170, 225, 238, 286, 303, 312, 326, 334, 407, 456, 463, 541, 566, 570, 584

Гельфанд 312
 Гельферих (Helferich) 481
 Гемель (Hämel) 334
 Ген (Hoehn) 716
 Гендерсон (Henderson) 37, 62, 66, 79,
 86, 93, 94, 96, 117, 118, 126, 127, 146,
 147, 150, 158, 167, 176, 182, 185, 189,
 194, 204, 206, 218, 220, 226, 228, 229,
 260, 265, 268, 276, 285, 299, 306, 307,
 344, 349, 370, 458, 460, 463, 477, 478,
 547, 566, 583, 602, 629, 632, 633, 640,
 641, 669, 706, 718, 727, 735, 736, 737,
 738, 739, 762, 753, 754, 767, 773, 775
 Генкин 186, 392, 584
 Генри (Henry) 20, 57, 60, 67, 76, 78, 80,
 365, 718
 Генчель (Hentschel) 208
 Гепп (Hepp) 313, 507
 Гепперт (Geppert) 354, 394, 529, 599
 Гербис (Gerbis) 303, 311, 334, 447, 529,
 567, 617, 619, 742, 752
 Гергед (Gergaed) 540
 Герен (Guérin) 708, 709, 712, 713, 714,
 715
 Герзон (Herson) 268, 285
 Герице (Gericke) 306, 311
 Герксгеймер (Herxheimer) 158
 Герлицер (Görlitzer) 173
 Герман (Hermann) 210, 358, 444, 447
 Гермсдорф (Hermisdorf) 538, 540
 Гернбранд (Hernbrand) 185
 Гертель (Hertel) 404
 Гертер (Herter) 729
 Герцфельд (Herzfeld) 341
 Герцмарк (Herzmark) 198, 392, 416, 599,
 618
 Гершанский 197
 Гершуни 363, 364
 Гесс (Hess) 150, 160, 167, 182, 189, 204,
 218, 227, 235, 237, 276, 298, 337, 352,
 404, 422, 427, 535, 603
 Гессбрюгген (Hessbrüggen) 588
 Гессе (Hesse) 141, 548, 549
 Гетлейн (Göthlein) 307, 309, 311
 Гетлер (Gettler) 121, 285, 329
 Гетлин (Göthlin) 307, 309, 311
 Гетцман (Götzman) 450
 Гейфтер (Heffter) 86, 121, 126, 174, 211,
 237, 292, 341, 391, 423, 436, 438, 466,
 478, 527, 550, 588
 Гиббс (Gibbs) 392
 Гигер (Hieger) 656
 Гис (Gies) 201
 Гийманс ван дер Берг (Hijmans van
 der Bergh) 185
 Гиллер (Hiller) 633
 Гиллери (Guillery) 194, 198, 206, 423,
 599
 Гильдебрандт (Hildebrandt) 369
 Гильдемейстер (Hildemeister) 26, 553,
 752
 Гирндт (Hirndt) 210, 211
 Гирт (Hirt) 161, 166
 Гирш (Hirsch) 477
 Гитис 195, 286
 Глаголева 327
 Глаштейн 326
 Гладышевская 796

Глазер (Glaser) 225, 399, 411, 416, 434,
 656, 657
 Глаубах (Glaubach) 547, 549
 Глаубер (Glauber) 670, 722
 Глебович 487, 488, 553
 Гиллер (Hiller) 633
 Гильберт (Hilbert) 469
 Гильгерт (Hilgert) 601
 Говард (Howard) 527, 729, 730, 731, 732
 Годлевский (Godlewsky) 713
 Гозин (Gosio) 250
 Голлендер (Holländer) 361
 Гольрунг (Hollrung) 700
 Гольдарбайтер 597
 Гольде (Holde) 392
 Гольденберг 173
 Гольдшмидт (Goldschmidt) 416, 540
 Гольфарб 326, 597
 Гольцкнехт (Holzknecht) 237, 285
 Гольцман (Holzmann) 141, 185, 194, 540,
 596
 Гольштейн (Holstein) 312
 Гопман (Hoppmann) 308, 311, 541
 Гопф (Hopff) 341, 358, 359, 361, 380,
 391, 406
 Горвиц (Horwitz) 478
 Гордонова 597
 Гордс (Gords) 596
 Горелов 292
 Горкин 288, 287
 Горн (Gorn) 273, 284
 Горнунг (Hornung) 686
 Городецкий 287
 Готлиб (Gottlieb) 399, 414, 416, 423,
 436, 431
 Готтон (Gotton) 442, 443, 473, 518, 711
 Готштейн (Gottstein) 121, 142, 237, 311,
 312, 316, 325, 326, 354, 454, 455
 Тотье (Gautier) 173, 546, 547
 Гоф (Hoff) 307, 311
 Гофбауэр (Hofbauer) 89
 Гоффес (Hofsäss) 25
 Гофман (Hofmann) 91, 200, 284
 Гоффер (Hoffer) 237, 285, 541, 612
 Тоуз (Hawes) 682
 Гоуор (Havarre) 541
 Гравниц (Grawitz) 285
 Графе (Grafe) 713
 Грасман (Grassmann) 237
 Гревиллаус (Grevillius) 718
 Греган (Gréhan) 269, 270, 271, 464
 Грейф (Greif) 260
 Гретчель (Groetschel) 326
 Гривс (Greaves) 433
 Григорьев 478, 488, 553
 Гримзея (Grimse) 30
 Гримм (Grimm) 89, 438
 Гринберг (Greenberg) 121, 391
 Гринберг 326
 Гринвальд 393
 Гринлерг 330
 Гринчар 197
 Гринштейн 286, 335
 Грисбах (Griesbach) 211
 Гродзовский 146, 159, 170, 185, 195, 207,
 220, 222, 225, 238, 286, 292, 312, 330,
 341, 370, 392, 393, 407, 408, 456, 463,
 515, 527, 541, 584, 597

- Гронов 416
 Гросс (Gross) 185, 186, 639
 Гроссман 286
 Грубер (Gruber) 269, 270, 276, 285
 Графе (Gräfe) 164
 Грэхем (Graham) 277, 285, 427
 Грюн (Grün) 252
 Гувейя (Gouveia) 358
 Гутенгейм (Guggenheim) 326
 Гудби (Goadby) 325
 Гуджонсон (Gudjonson) 173
 Гудцент (Gudzent) 339
 Гужеро (Gougerot) 515
 Гусеман (Husemann) 600, 601
 Гундерман (Gundermann) 352, 584
 Гунт (Hunt) 121, 174, 463
 Гурвич 159, 170, 185, 195, 207, 220, 286, 303, 326, 346, 407
 Гуревич 287
 Гурко-Омелянский 584
 Гутман (Gutmann) 146, 185, 220, 258
 Гутцман (Gutzmann) 89, 92
 Гутчинсон (Hutchinson) 91
 Гфререр (Gfrörer) 185
 Гюккель (Hückel) 719, 721
 Гюльзенберг (Hülseberg) 708
 Гюринг (Gühring) 643
 Давиденко 312
 Давидсон (Davidson) 220, 358, 359, 429, 471, 473
 Давыдова 287
 Дадле (Dadlez) 145
 Дальтон (Dalton) 76, 166, 522
 Дамант (Damant) 86
 Дамблеф (Dambieff) 566
 Дассель (Dassel) 285
 Даттон (Dutton) 331
 Девиец 327
 Декерт (Deckert) 197, 395, 399, 540, 615, 686, 694, 695, 701, 760
 Делепин (Delepine) 239
 Демаркей (Demarquay) 289, 722
 Денстен (Dunstan) 493
 Деринг (Doehring) 656
 Дерриен (Derriene) 576
 Дерс (Dhers) 326
 Дерфурт (Dörfurt) 643
 Де Стефано (De Stefano) 173
 Дефелис (Defelice) 349
 Джексон (Jackson) 488
 Джаннелли (Gianelli) 515
 Джиглиолли (Giglioli) 706
 Джонс (Jones) 336, 639
 Джоуль (Joules) 334
 Дзенджа 355
 Дибберн (Dibbern) 257
 Дикгоф (Dieckhoff) 392
 Диль (Diehl) 149
 Дим (Diem) 222
 Диренфурт (Dyrenfurth) 173
 Дирксен (Dirksen) 134
 Дитте (Ditte) 283
 Дитрих (Dittrich) 173, 548, 549
 Дитц (Dietz) 228
 Дмитриев 286, 312, 326, 392
 Добрин 185
 Добрянский 346, 362
 Долгов 456
 Доннан (Donnan) 61
 Дондерс (Donders) 92
 Дорватовский 585
 Дорендорф (Dorendorf) 353
 Дорш (Dorsch) 196, 197
 Дотрбанд (Dautrebande) 67, 299, 671
 Древис (Drews) 634, 635, 670
 Дрезер (Dreser) 431
 Дреслер (Dressler) 567
 Дрешер (Drescher) 292, 423, 540, 599
 Дринкер (Drinker) 134, 301, 302, 303, 339, 540, 736, 752, 753
 Другов 487, 488, 553
 Друкер (Drucker) 30
 Дубашинская 564
 Дубинин 785
 Дубицкий 232, 233, 237
 Дубровский 228
 Дуглас (Douglass) 295
 Дуддинг (Dudding) 285
 Дудлей (Dudley) 285
 Дунаевский 287, 312, 564
 Дункан (Dunkan) 254
 Дшанг (Dschang) 540
 Дюбуа (Du Bois) 432, 682
 Дюмон (Dumont) 406
 Дюпюитрен (Dupuytren) 178
 Дэви (Davy) 210
 Дэвис (Davis) 584
 Дэвис (Davies) 57
 Дьюар (Dewar) 145
 Дьяков 185, 195, 220, 286
 Евзерова 186, 326
 Евсеев 355
 Егер (Jaeger) 237
 Еленевский 194
 Еле (Jehle) 596
 Енике (Jännicke) 709
 Жаке (Jaquet) 149, 416, 417
 Жандр 292
 Жданова 326
 Жирух (Jirouch) 479
 Жмудская 326, 422
 Жуков 354
 Жупахин 355
 Забелин 286
 Зак 326
 Залкинд 287
 Зальмансон 597
 Замаховская 797, 798
 Зарубин 487
 Засосов 488
 Зауербрей (Sauerbrei) 369
 Зирбул 487
 Зеегунзен (Zeehuisen) 189, 194, 221, 299, 492, 612
 Зеелендер (Seeländer) 706
 Зейдель (Seidell) 260, 649
 Зейдергельм (Seiderhelm) 606
 Зейлер (Seiler) 134, 282, 476
 Зейтц (Seitz) 256
 Зейферт (Seifert) 206, 369
 Зейферт (Seiffert) 429, 540
 Зелигман (Seligmann) 687
 Зелинг (Selling) 392

Зелингер (Selinger) 392
 Зельдес 423
 Зен (Senn) 586, 584
 Зерсон (Serson) 326
 Зибнер (Siebner) 549
 Зигель (Siegel) 721
 Зике (Sieke) 334
 Зильберник 303, 326
 Зиновьев 326
 Зиферт (Siefert) 91
 Злотников 286
 Злочевский 327
 Зонова 364
 Зорауер (Sorauer) 709, 710, 711, 712,
 714, 716
 Зосимович 327
 Зюсман (Stüssmann) 135
 Зюструнк (Süsstrunk) 400
 Зыкин 286

Иван (Iwai) 549
 Иванов 303, 515, 516, 518
 Ивановский 327
 Ивонин 792
 Игнатов 633
 Иеттен (Jötten) 138, 141
 Израель 584
 Израилевич 170, 304
 Израэль 798
 Израэльсон 185, 186, 564
 Икерт (Ickert) 141
 Икрятников 170, 185, 195
 Иловей (Ilzovay) 369
 Ильцгефер (Ilzhöfer) 311, 574, 578, 579
 Инаба (Inaba) 626
 Иоахимоглу (Joachimoglu) 232, 233, 235,
 237, 314, 330, 411, 438, 440, 588, 656
 Иованович (Jovanowitsch) 358
 Иокоте (Jocote) 228
 Иофинова-Гольдфейн 541
 Иоффе 597, 656
 Исаев 195, 220
 Ислер (Isler) 188, 194
 Иссон (Easson) 358
 Истен (Istin) 250, 252, 254, 299, 488, 671, 785
 Истхэм (Eastham) 418

Кавалеров 327, 566
 Каган 286, 522, 656
 Каган (Cahan) 400
 Кайзер (Kaiser) 89, 643
 Калиновский 447
 Калмелс (Calmels) 546, 547
 Кальт (Kalt) 465
 Кальф-Калиф 159
 Камаев 327
 Каменский 597
 Каменщиков 185, 292
 Кандыба 287
 Каңторович 584
 Каплан 286
 Каплун 466
 Капф (Kapff) 721
 Карасик 287, 597
 Кароцци (Carozzi) 146, 161, 163, 170,
 220, 229, 258, 314, 330, 338, 353, 393,
 527, 564, 586
 Каррьер (Carriere) 447

Каппус (Kappus) 477
 Карпенко 287
 Каррер (Karrer) 683
 Катц (Katz) 285, 316, 325, 470, 481, 482,
 518
 Кауко (Kauko) 25
 Кацман 286
 Кварелли (Quarelli) 146
 Квенксель (Quensel) 406, 407
 Кезе (Kehoe) 195, 326, 328, 329, 330
 Кейнат (Keinath) 311
 Келлен (Cullen) 67
 Келли (Kelly) 90
 Кельш (Koelsch) 142, 237, 301, 303, 311,
 325, 341, 354, 369, 373, 388, 391, 393,
 394, 398, 399, 427, 447, 450, 455, 456,
 463, 471, 510, 518, 540, 548, 549,
 551, 555, 564, 566, 567, 568, 570, 571,
 572, 574, 576, 577, 578, 579, 580, 586,
 587, 590, 592, 593, 620, 637, 655, 656
 Кениг (König) 709, 712, 713
 Кенко (Quinquaud) 464
 Кенневей (Kennaway) 656
 Кеннон (Kennon) 194
 Кербер (Karber) 477, 478, 646
 Керн (Kern) 434
 Кернер 286
 Кершбаум (Kerschbaum) 24, 670
 Кестер (Coaster) 547, 548
 Кестер (Köster) 406
 Кестнер (Kestner) 211
 Кесенер (Kessener) 185
 Кетсинг (Kötsing) 336, 406
 Кехер (Köcher) 209
 Кивайко 159, 586
 Кизер (Keeser) 237, 262, 463, 639, 641
 Киллиан (Killian) 356, 362, 363
 Клонка (Klonka) 427
 Киппер (Kipper) 173, 719, 721
 Кирхнер (Kirchner) 369
 Кирштейн (Kirstein) 146, 197
 Кислинг (Kissling) 344
 Кисскальт (Kisskalt) 191, 194, 336, 631
 Китцмиллер (Kitzmiller) 173, 195
 Кишкисина 407
 Клазен (Klasen) 401
 Клебанов 170, 304
 Клеер 185, 207
 Клемперер (Klemperer) 158
 Клейн (Klein) 597, 625
 Клонский 334
 Клостерман (Klosterman) 546
 Клюзе (Cluzet) 339
 Клясон (Klason) 647
 Кнапп (Knapp) 188, 194
 Кнафль-Ленц (Knafl-Lenz) 259
 Кни (Kny) 709
 Книппинг (Knipping) 367, 369
 Кобер (Kober) 225, 627
 Коберт (Kobert) 121, 158, 161, 173, 338,
 353, 361, 378, 482, 496, 519, 599
 Коблер (Cobler) 157, 159, 184, 185, 194,
 205, 206, 219, 220, 539, 540
 Коган 238, 327, 584, 656
 Козляева 186
 Койранский 121, 142, 312, 327,
 Колапинто (Colapinto) 326
 Коле (Cole) 306, 311
 Колычева 173, 207

- Кон (Kohn) 170, 235, 237, 276, 285
 Конноли (Connolly) 478
 Кононович 334
 Коприх (Konrich) 146, 630, 633
 Комарь 522
 Кордс (Cords) 220, 570
 Коренман 220, 447, 462, 518, 519
 Корф (Korff) 642, 711
 Косолапов 286
 Кост (Kost) 326
 Костиокова 797
 Коттон (Cotton) 399, 695, 701, 711
 Кох (Koch) 163, 400, 650, 625, 752, 757
 Кохман (Kochman) 126, 285, 341, 423, 434, 486, 478
 Кочуров 597
 Краков 207, 225, 312, 496, 597
 Крайтон (Krighton) 721
 Крамер (Kramer) 158
 Краненбург (Kranenburg) 185, 220
 Кранстеве (Kranstöver) 185
 Красавин 541
 Крастелевский 334
 Краузе (Krause) 91, 250, 407
 Краус (Kraus) 167
 Кремер (Kremer) 237, 285
 Кремер (Krämer) 584, 587
 Кремнева 372
 Кригери (Criegern) 590
 Криничкий 299
 Кристиани (Cristiani) 173
 Крих 327
 Крог (Krogh) 67
 Крокер (Crocker) 656, 706, 715, 716
 Кронер (Kroner) 463, 515
 Кроненберг (Kronenberg) 173
 Круг (Krug) 660
 Круковер 186, 597, 617
 Крюгер (Krueger) 503
 Крюгер (Krüger) 301
 Кубелер (Kubeler) 258
 Кубота (Kubota) 552
 Кузнецов 186, 195, 286, 649, 584
 Кузьмина 407
 Кульков 312
 Кук (Cook) 656
 Кунер (Kulmer) 237
 Кункель (Kunkel) 121, 282, 288, 292, 546
 Куниц 250
 Кунцен (Kuntzen) 285
 Куприц 195, 326, 527, 597
 Курбатов 286
 Куртуа-Сюффи (Courtois-Suffit) 220
 Курцан (Kurtzahn) 173
 Курциус (Curtius) 209
 Куршман (Curschmann) 319, 325, 388, 391, 392, 564, 574, 584, 590
 Кус (Kuss) 639
 Кутнер (Kuttner) 231
 Куфье 797
 Кушаковский 286
 Кэмпбелл (Campbell) 285
 Кэстль (Castle) 339
 Кэттинг (Cutting) 576
 Кэшни (Cushny) 86, 120, 121
 Кюльбе (Külbs) 597
 Лаббе (Labbe) 146
 Лабес (Labes) 228, 232, 237
 Лавров 353, 423, 478
 Лавровский 286
 Лаговьер 258
 Лазарев 79, 114, 121, 159, 161, 173, 186, 195, 291, 285, 342, 349, 353, 360, 361, 362, 365, 370, 372, 373, 375, 380, 391, 392, 411, 418, 423, 424, 427, 428, 429, 432, 435, 436, 437, 438, 440, 447, 448, 452, 463, 466, 470, 478, 479, 487, 508, 515, 518, 522, 541, 570, 585, 586, 597, 642, 658, 753, 758
 Лакер (Laquer) 121, 295, 299, 757, 720
 Ламсон (Lamson) 425, 427, 448
 Лангбек (Langbeck) 649
 Ланггард (Langaard) 173, 721
 Ланц (Lanz) 173
 Латышев 594, 597
 Лауденгеймер (Laudenheimer) 405, 406
 Лайе (Lauet) 601
 Лаурент (Laurent) 656
 Лауренс (Lawrence) 438
 Лаури (Lawrie) 448
 Лебедев 286, 566
 Леберман (Leberman) 325
 Леблан (Le Blanc) 195, 211, 263, 269
 Лёве (Löwe) 34
 Лёве (Loewe) 115, 129, 611
 Леви (Loewy) 92, 143, 292, 388, 391, 460, 463, 465, 466, 592, 620, 729, 752
 Леви (Löwy) 277, 285
 Левин (Lewin) 121, 146, 163, 194, 198, 205, 206, 220, 228, 237, 256, 258, 259, 260, 261, 269, 271, 273, 285, 311, 315, 325, 354, 361, 373, 386, 391, 416, 423, 431, 434, 441, 443, 447, 448, 450, 469, 488, 493, 494, 496, 517, 518, 527, 535, 593, 599, 601, 614, 656, 706, 714
 Левина 796
 Левитан 185
 Левитин 286
 Левицкий 195, 292, 312
 Легге (Legge) 325, 336, 388, 391
 Леде (Ledet) 220
 Ледерер (Lederer) 326, 392, 398, 399
 Лежандр (Légendre) 283
 Лезнер 327
 Лейбниц (Leibniz) 670
 Лейвс (Laves) 540
 Лейман (Leymann) 220, 225, 228, 237, 285, 292, 293, 303, 311, 325, 334, 406, 450, 478, 496, 540, 549, 564, 567, 570, 578, 596, 619, 656, 669
 Леймдерфер (Leimdörfer) 616
 Лейтес (Leites) 170, 186, 427, 566, 570, 585
 Лейтман 355
 Лейч (Leitch) 285, 470, 481, 482, 518
 Лехман (Lehmann) 121, 126, 129, 134, 135, 140, 142, 146, 148, 150, 158, 160, 161, 163, 166, 167, 170, 177, 182, 185, 189, 194, 198, 203, 204, 206, 217, 218, 220, 222, 230, 235, 236, 270, 276, 285, 290, 292, 302, 303, 309, 315, 325, 334, 337, 352, 353, 377, 378, 382, 383, 386, 391, 402, 404, 406, 410, 411, 421, 423, 427, 437, 438, 439, 440, 443, 447, 448, 450, 455, 496, 500, 510, 511, 535, 546, 564, 565, 566, 567, 574, 576, 583, 584, 590, 599,

602, 603, 616, 620, 626, 633, 651, 657,
667, 687, 719
Лемкерциг (Lehmkerzig) 228
Ленинг (Löning) 287
Леонардо да-Винчи (Leonardo da Vinci)
670
Летавет 286, 340
Лей (Leu) 649, 651
Лефлер (Löffler) 416
Лефман (Leffmann) 329
Лехлетнер (Lechlettner) 286
Лешке (Leschke) 41, 463, 466, 487
Лещинская 195, 597
Лидер (Leader) 566
Лик (Leake) 339, 479
Лившиц 238, 286
Лилле (Lille) 115
Лилиестранд (Liljestrand) 87, 90, 206, 735
Ли (Lee) 251
Линдеман 299, 488, 553, 670
Лиопарт (Liopart) 220
Лиютта (Liotta) 710, 714
Липшиц (Lipschitz) 206, 299, 556, 564,
670
Лисицын 487
Листенгаген 597
Листер (Lister) 455
Литцнер (Litzner) 286, 326
Лифшиц 796
Логинов 186
Локеман (Lockemann) 236, 237, 463, 515
Ломов 286
Лорига (Lorija) 299, 599
Лорман (Lormand) 708, 709, 712, 713,
714, 715
Лоцинский (Lotzinsky) 339
Лубенау (Lubenaus) 131
Луканин 327
Луканус (Lucanus) 141
Лукгардт (Luckhardt) 167, 356, 358
Лукомский 286
Лундсгаард (Lundsgaard) 67, 88
Лунц (Lunz) 220, 221
Любимова 364
Любушин 286
Люиг (Luig) 384, 385, 387, 391, 406
Люка (Lucas) 370
Люкхардт (Luckhardt) 715
Люнге (Lunge) 142, 211, 220, 283, 358,
670
Люстиг (Lustig) 250, 252, 254, 255, 299,
487, 488
Лютер (Luter) 30, 671, 785
Лютц (Lutz) 158
Львович 195
Льюис (Lewis) 81, 326
Лякасань (Lacassagne) 339
Маврокордато (Mavrokordato) 142
Магенди (Magendi) 624
Магер (Mager) 607
Магницкий 487
Магнус (Magnus) 121, 206, 295, 299, 752
Маделунг (Madelung) 423
Май (May) 286
Майер (Mayer) 299, 501
Майзель 292
Майергоффер (Mayerhoffer) 714

Майнот (Minot) 319, 325, 438
Майон (Mayon) 596
Макарычева 327
Мак-Кендрик (Mc Kendrick) 145
Мак-Клур (Mc Clure) 173
Мак-Корд (Mc Cord) 158, 303, 387, 391,
463, 470, 482, 654, 656
Мак-Элрой (Mc Elroy) 285, 358
Макринов 286
Максвелл (Maxwell) 25
Максимович 546, 547
Малер (Mahler) 260
Малов 408, 411, 443
Малюков 312
Мальган 334
Мальмгрен (Malmgren) 230
Ман (Mann) 548, 549
Мантефоль (Mantefol) 501
Марголин 286
Марино (Marino) 161
Маркандье (Mercandier) 694
Маркаччи (Marcacci) 277, 285
Маркус 327
Мартин (Martin) 266, 285, 753
Марфенни 153, 155, 156, 157, 169, 172,
184, 291, 292, 311, 312, 321, 322, 324,
325, 327, 334, 368, 369, 370, 391, 392,
558, 560, 561, 563, 564, 591, 595, 596,
597, 615, 637, 790, 794
Марцинковский 220, 797, 798
Масон (Mason) 329
Матт (Matt), 150, 158, 161, 162, 163, 166,
167, 170, 204, 206
Маттеи (Mattei) 406
Маттис (Mattice) 285
Матье (Matje) 640, 642
Маукин (Maukin) 463
Мауро (Mauro) 427
Мац 541, 629
Мацци (Mazzi) 300, 303
Мацнева 515
Мацюлевич 353
Махле (Machle) 173, 195
Махт (Macht) 467
Мгебров 392
Медведев 195, 267
Мезерв (Meserve) 260, 648
Мезингер (Messinger) 522
Мейган (Meighan) 414
Мейер (Meyer) 114, 115, 177, 185, 237,
239, 250, 283, 341, 354, 358, 359, 361,
380, 391, 392, 393, 399, 406, 414, 423,
430, 431, 442, 443, 447, 452, 453, 454,
473, 480, 481, 493, 501, 511, 512, 519,
523, 524, 541, 566, 670, 706, 710, 729
Мейер (Meier) 220, 564, 556
Мейер (Meyer G.) 143, 354, 752
Мейер (Meyer J.) 670
Мейер (Meyer S.) 392
Мейер (Meyer W.) 544
Мейснер (Meissner) 200, 226, 228, 232,
237
Мей-Ю-Чен (Mey-Ju-Chen) 479
Мек (Meck) 584
Мелеранд (Möllerand) 173, 785
Меликова 341
Мельдау 142
Мельникова 287

- Мендельсон 466
 Менденхолл (Mendenhall) 478
 Меринг (Mering) 361
 Мертенс (Mehrtens) 576
 Мерфи (Murphy) 736
 Мерцбах (Merzbach) 414, 416, 423, 424, 431, 434, 439, 540
 Мещатуньян 195, 303, 327, 541
 Мид (Mead) 200
 Миддлтон (Middelton) 292
 Микинс (Meakins) 57
 Миллштейн (Millstein) 190, 194, 195
 Милльяр (Milliard) 81
 Минс (Means) 57
 Мита (Mita) 183, 185, 476, 478
 Митташ (Mittasch) 336
 Митчелл (Mitchell) 173
 Михайловский 487
 Михаэлис (Michaelis) 158, 225, 303, 338
 Миш (Misch) 438
 Мишуловина 597
 Мищенко 292
 Мозер (Moser) 599
 Молиторис (Molitoris) 472
 Молль (Moll) 306, 311
 Молец (Molz) 713
 Монтикова 303
 Мор (Mohr) 450
 Морев 553
 Мордкин 286
 Морре (Morreu) 712
 Мостославский 286
 Моссо (Mosso) 648
 Мой (Moy) 286
 Мулерт (Muhlert) 634, 635, 670
 Мунтш (Muntsch) 299, 488, 753
 Мур (Moore) 115, 574, 694
 Мусаелян 186
 Мутшлехнер (Mutschlechner) 406
 Мюллер (Müller) 299, 311, 400, 411, 417, 418, 423, 424, 425, 427, 431, 432, 435, 438, 441, 442, 443, 463, 488, 556, 564, 584, 611, 671
 Мюльбергер (Mühlberger) 584
 Мур (Mure) 158
 Мытник 392

 Набоков 159
 Навроцкий 159, 207, 220, 222, 286, 304, 312, 341, 450, 456, 570
 Навар (Navarre) 173
 Наваяжский 286
 Нагель (Nagel) 687
 Найт (Knight) 643, 706, 715, 716
 Накажима (Nakajima) 652
 Наметкин 346
 Нассауэр (Nassauer) 591
 Насмит (Nasmith) 277, 285
 Натансон 186, 287
 Наше (Nasher) 339
 Нейберг (Neuberg) 623
 Нейбулони (Neubuloni) 428
 Нейгебауэр (Neugebauer) 222
 Нейдинг 597
 Нейтцель (Neitzell) 301, 303
 Неке (Necke) 326
 Неллер (Noeller) 540
 Нелькен (Neiken) 392

 Неменов 299
 Немец (Nemes) 713
 Нернст (Nernst) 30
 Николаев 597
 Никольсон (Nicholson) 134
 Никлу (Nicloux) 118, 268, 275, 282, 285, 358, 791
 Николь (Nicol) 369
 Николя (Nicolas) 225
 Нимцовицкая 220, 478
 Ноак (Noack) 598
 Новицкий (Nowicki) 283, 285
 Норрис (Norris) 329
 Нойес (Noyes) 81
 Нук (Nuck) 237, 447
 Нуссельман 363
 Неслунд (Naeslund) 227, 228, 236, 686
 Нюрнберг (Nürnberg) 303

 Овертон (Overton) 114, 115
 Огада (Ogada) 194
 Огарков 407
 Оксюэ 334
 Окунева 508
 О'Нейлль (O'Neill) 285, 358
 Ошорге (Ohnsorge) 548, 549
 Оппенгейм (Oppenheim) 314, 373
 Оппенгеймер (Oppenheimer) 87, 633
 Оствальд (Ostwald) 30
 Орлов 327
 Осборн (Osborn) 87
 Отто (Otto) 304

 Павлов 327
 Павлович (Pavlovic) 173
 Пак 304
 Панет (Paneth) 237, 313, 314, 330
 Панпулов 515
 Панум (Panum) 624
 Парад (Parade) 292
 Паризо (Parisot) 299
 Паскуале (Pasquale) 711
 Патти (Patty) 398, 399, 479, 518
 Паскаль 496
 Пашали (Pachaly) 173
 Пашкис (Paschkis) 314
 Пахомычев 584
 Педлей (Pedley) 195, 314
 Пейсахович 194, 287, 312, 327
 Пеннанич (Pennaneach) 515
 Пенцольт (Penzoldt) 481
 Перегуд 407
 Переймбтер (Pereimbter) 447
 Перейра (Pereira) 723
 Перлина 287
 Перро (Perrot) 487
 Пертузи (Pertusi) 538
 Петерс (Peters) 353
 Петерсен (Petersen) 642
 Петерсон (Peterson) 121, 287
 Петрачев 585
 Петров 142, 585
 Петрова 186
 Петровский (Petrovsky) 185
 Пехман (Pechmann) 555
 Пик 142
 Пик (Pick) 550, 601, 602
 Пинскер 585

Пиньятари (Pignatari) 457
 Пихлер (Pichler) 206, 481
 Пичфорд (Pitchford) 136
 Планк (Planque) 335
 Плесснер (Plessner) 619
 Плетц (Plötz) 411
 Плутарх 670
 Покровский 270, 271, 285, 287
 Полек (Polek) 185
 Поллак 286
 Поланд (Pohland) 311
 Полицер (Pollitzer) 210, 211
 Поль (Pohl) 94, 176, 121, 304, 311, 375, 378, 394, 457, 459, 463, 527, 690, 714
 Понизовский 303
 Пономарева-Астраханцева 796
 Попов 197
 Попова 286, 335
 Поповицкий 327
 Поппенберг (Poppenberg) 261
 Портер (Porter) 158
 Потонье (Potonié) 613
 Похваленский 312
 Правдин 121, 159, 186, 195, 207, 225, 303, 407, 549
 Прат (Pratt) 471
 Праусниц (Prausnitz) 288, 290, 292
 Прайс (Price) 325
 Преис 186
 Пренс (Prince) 285
 Прингсгейм (Pringsheim) 311
 Пристлей (Priestley) 54
 Продан (Prodan) 304
 Происль (Proisl) 220
 Протопопова 327
 Пру (Proul) 359
 Пуазейль (Pouseil) 25
 Пульезе (Pugliese) 391
 Пульсон (Poulsso) 599
 Пулан (Poulain) 515
 Пфейль (Pfeil) 285, 326
 Пфейфер (Pfeiffer) 540
 Пфлюгер (Pflüger) 67
 Пфрейне (Pfreine) 326
 Пьянков 312, 392
 Рабено (Rabbeno) 334
 Рабин (Rabien) 708
 Рабинович 313, 314, 334, 566
 Равич 394
 Раева 334
 Разенков 303
 Разгуляева 287, 597
 Раида (Raída) 548, 549
 Райзельман 312
 Рамбузек (Rambousek) 121, 227, 228, 237, 354, 382, 384, 385, 392, 407, 408, 469, 540, 596, 599
 Ранелетти (Raneletti) 407
 Рапопорт 549
 Раскин 292
 Рауль (Raul) 80
 Раш (Rasch) 540, 686, 687
 Рашевская 585
 Регенбоген (Regenbogen) 597
 Резник 186, 327, 518, 519
 Резников 319, 325
 Рейд (Reid) 91, 481

Рейнольдс (Reynolds) 359
 Рейс (Reuss) 709, 711, 712, 714, 716
 Рейсер (Reusser) 290
 Рейхштейн 327
 Рекеман (Röckemann) 394
 Реклингхаузен (Recklinghausen) 90
 Ренк (Renk) 305
 Реншоу (Renshaw) 567
 Репло (Reploh) 286
 Рессе (Rössle) 142
 Ригс (Riggs) 356, 358, 369, 370
 Рид (Reed) 487, 537, 540, 544
 Ридель (Riedel) 655
 Риккер (Ricker) 274, 294
 Рилле (Rille) 314, 378
 Риттер (Ritter) 639
 Рихтерс (Richters) 88, 89
 Ричардсон (Richardson) 714
 Роббинс (Robbins) 448
 Ровида (Rovida) 251, 487, 671
 Роде (Rhode) 714
 Роденакер (Rodenacker) 182, 185, 406
 Родебуш (Rodebusch) 80
 Розе (Rose) 716
 Роземан (Rosemann) 369
 Розенбаум 220, 238, 303, 312, 327, 334, 407, 541, 584, 585, 697
 Розовская 238
 Романовский 488
 Ронцани (Ronzani) 149, 158, 170, 173, 190, 194, 205, 206, 220
 Рорер (Rohrer) 89, 90, 91, 92, 416
 Рорк (Roark) 212, 238, 312, 398, 695, 701, 711, 715
 Росманит (Rossmanith) 709
 Рост (Rost) 94, 121, 303, 304, 311, 714
 Ростоский (Rostoski) 194
 Рот (Roth) 315, 325, 353
 Роте (Rothe) 660
 Роф (Roaf) 115
 Рохлина 327
 Рохманов 197
 Рохс (Rochs) 596
 Ру (Roux) 432
 Рубин (Rubin) 612
 Рубино (Rubino) 185
 Рубинштейн 334
 Рубнер (Rubner) 481
 Румпф (Rumpf) 230, 642, 736
 Рус (Russ) 695
 Руссе (Rousset) 225, 527
 Рутенберг 287
 Руф (Ruff) 613
 Ре (Reh) 687
 Рюк (Rück) 174
 Рюст (Rüst) 121, 229, 516
 Рютимейер (Rütimeyer) 416
 Рязанов 292
 Сабинин 597
 Сабразе (Sabrazè) 515
 Саваж (Savage) 212
 Сажин 173
 Сайерс (Sayers) 285, 286, 329, 470, 481, 482, 518, 606
 Сайрус (Cyrus) 303
 Сакур (Sackur) 361
 Салант (Salant) 510

Салистовская 340, 353
 Салтанович 286
 Сальвезен (Salvesen) 283, 285
 Сальковский 282
 Сальмон (Salmon) 335
 Самойлов 597
 Сандомир 180
 Санин 186
 Санталов 355
 Сантессон (Santesson) 225, 228, 230, 392
 Сара (Sarah) 716
 Сартори (Sartori) 488, 671
 Сато (Sato) 373, 375, 457
 Сафир (Safir) 303
 Сахаров 255, 299, 488, 753
 Свиндлер (Swindler) 285, 358
 Сгей (Sgai) 300
 Седан (Sedan) 406
 Селиван 311
 Селиванов 541
 Семенов 785
 Семенская 301
 Сергеев 370
 Сереброва 487
 Серебряник 327
 Сивертс (Sieverts) 538, 540
 Сила 238
 Силич 173, 197, 220, 238
 Сильвестр (Silvester) 728, 729, 730, 731, 732, 733
 Симанский (Symanski) 286
 Симон (Simon) 591, 643
 Синякова 312
 Скачков 287
 Скоробогатая 597
 Скотт-Додд (Scott-Dodd) 285
 Скрамлик (Skramlik) 91
 Слайк (Slyke) 283, 285
 Сланская 353, 541
 Смедянский 286
 Смирнов 159, 170, 186, 195, 238, 312
 Смирлягин 570
 Смит (Smyth) 392, 507, 508, 510, 599, 667
 Смит (Smyth, Jr.) 392, 507, 508, 510, 599, 667
 Смит (Smith) 173, 285, 428, 438, 541, 723
 Смольчик (Smolczyk) 157, 159, 184, 185, 194, 205, 206, 219, 220, 281, 282, 285, 539, 540
 Смородинцев 159
 Сойка (Soika) 237
 Солент (Solente) 525
 Сольман (Sollmann) 146
 Сомерс (Somers) 414
 Соп (Saupé) 301
 Соссюр (de Saussure) 706, 713
 Сошественский 252, 299, 488, 553, 670, 753, 758, 785
 Спитта (Spitta) 642
 Сперанский 299, 487
 Старлинг (Starling) 87
 Стеди (Stadie) 266, 285, 753
 Степанов 287
 Стефановский 238
 Сток (Stock) 258, 307, 309, 311, 660
 Сторм Ван-Левен (Storm van Leewen) 300, 477, 478, 625

Стоклаза (Stoklasa) 708, 716
 Стрит (Stritt) 549
 Строник (Stronik) 143
 Стургис (Sturgis) 303
 Сулливан (Sullivan) 306, 311
 Суров 186
 Сыркина 312, 327
 Сыроечковский 797, 798
 Такасака (Takasaka) 427
 Таман (Thamann) 173, 326, 330
 Тарнопольская 312
 Татхэм (Tatham) 540
 Таубер (Tauber) 369
 Тевенина*283
 Тейсингер (Teissinger) 574
 Тейнгер (Tainter) 576
 Тейс 181
 Телеки (Telecky) 121, 142, 237, 311, 312, 316, 325, 326, 354, 454, 455
 Тельф (Telf) 407
 Темплтон (Templeton) 392
 Тенар (Thenard) 178
 Тернер (Turner) 311, 709, 713, 714
 Творт (Twort) 354
 Тиг (Teague) 288
 Тиле (Thiele) 339
 Тилениус (Thilenius) 686, 690
 Тиль (Thiel) 752
 Тиме (Thieme) 408
 Тис (Thies) 170, 206, 222, 225, 392, 564
 Тиссандье (Tissandier) 134
 Титов 541, 629
 Тихомиров 173, 287, 303, 304, 312
 Томас (Thomas) 328, 434
 Толерова 327
 Томашевская 597
 Томази-Крюдели (Tommasi-Grudell) 515
 Томс (Thoms) 237, 651
 Томсон (Thomson) 301, 308
 Трайнин 238
 Траппман (Trappmann) 700, 711
 Тредвелл (Treadwell) 369
 Троицкий 428, 597
 Троммер (Trommer) 399
 Трумпер (Trumper) 334
 Турен (Touraine) 525
 Турнау (Tournau) 639
 Тутаев 597
 Тютце (Tütze) 428
 Уайт (White) 170, 173, 197, 222, 258, 304, 312, 315, 353, 354, 414, 515, 527, 568, 570, 571, 586
 Углов 686
 Уден (Oudin) 146
 Уизе (Weese) 463
 Уинслоу (Winslow) 121, 392
 Уикс (Weeks) 314
 Ульман (Ullmann) 314, 373, 438, 540, 715
 Ундерхилл (Underhill) 299, 553, 670
 Ундрец 186
 Унтан (Unthan) 456
 Уоллес (Wallace) 722
 Уокер (Walker) 433
 Уорд (Ward) 225, 448
 Уоткинс (Watkins) 136
 Урбан (Urban) 668

Утин 597
Уффельман 282
Уэйт (Waite) 398, 399, 479

Уабинин 515
Файрхол (Fairhall) 325
Факенгейм (Fackenheim) 584
Фальксон (Falkson) 456
Фарман (Farman) 487
Фарроу (Farrow) 670, 680
Фаслер 186
Фасбендер (Fassbender) 713
Фаубель (Vaubel) 230, 237, 313, 314
Фаулькнер (Faulkner) 597
Фейль (Féil) 325, 584, 599, 601
Фелленберг (Fellenberg) 329
Фельдман (Feldman) 625, 656
Феннер (Fenner) 173, 194
Ферворн (Verworn) 114
Ферраро (Ferraro) 326
Фетшер (Fetscher) 686, 694
Физер (Vieser) 713
Филипп (Philipp) 618
Фильднер (Fieldner) 194, 285, 286, 329,
452, 470, 481, 482, 639
Финн (Finn) 301, 329
Фирордт (Vierordt) 87
Фишель (Fischel) 592, 619
Фишер (Fischer) 722
Фишер (Fischer H.) 331, 392, 401, 481,
496, 551, 587, 589, 612
Флатау (Flatau) 89
Флек (Flack) 146
Флекель 327
Флеминг (Flemming) 173
Флетшер (Fleischer) 704, 709
Флитцер (Flitzer) 335
Флоре (Floret) 181, 220, 230, 369, 406,
407, 416, 523, 584
Флюгге (Flügge) 626, 630, 633

Флюри (Flury) 121, 128, 185, 194, 220,
239, 242, 250, 254, 255, 258, 259, 275,
288, 299, 311, 329, 353, 358, 369, 391,
399, 422, 423, 427, 452, 454, 487, 493,
512, 515, 518, 523, 524, 540, 544, 545,
546, 550, 591, 599, 602, 603, 612, 644,
658, 676, 708, 752, 753

Фогель (Vogel) 282
Фойхт (Voigt) 299, 656
Фольгард (Volhard) 415, 733
Фонтана (Fontana) 326
Форст (Forst) 537, 538, 540
Форстер (Forster) 612
Фрайс (Fries) 512, 523, 524, 553, 670, 677
Франк (Frank) 579, 705, 706, 709, 710,
715, 716
Франтишек (Frantisek) 713
Франц (Franz) 282
Фреденгаген (Fredenhagen) 173
Фредерик (Frederick) 285, 292
Фрей (Frey) 611
Фрейзе (Freise) 335
Фрейндиш (Freundlich) 21, 27, 30
Фрейфельд 238
Френер (Fröhner) 223, 225
Френкель (Fränkel) 316, 325
Фриде (Friede) 158

Фридлендер (Friedländer) 303, 387, 391,
571, 572, 574
Фридланд 327
Фридрих (Friedrich) 290
Фриш (Frisch) 411, 434
Фриш (Fritsch) 656, 657
Фриц (Fritz) 186, 685
Фримман 853
Фробезе (Froboese) 325, 639
Фуленберг (Fulenberg) 194
Футер 312
Фюннер (Fühner) 233, 237, 304, 326, 334,
341, 342, 353, 379, 391, 392, 421, 423,
424, 425, 427, 463, 477, 611, 652

Хаггард (Haggard) 37, 60, 62, 79, 80, 86,
93, 94, 96, 117, 118, 120, 121, 126, 127,
146, 147, 150, 158, 161, 167, 176, 182,
185, 189, 194, 205, 206, 218, 220, 228,
229, 260, 265, 268, 276, 285, 298, 299,
306, 344, 349, 458, 460, 463, 477, 478,
515, 547, 566, 583, 602, 629, 632, 633,
640, 641, 669, 706, 718, 727, 735, 736,
737, 738, 739, 752, 753, 754, 767, 775

Ханс 597
Хант 286
Хард (Hurd) 645
Харченко 566, 570
Хасегава (Hasegawa) 220, 423, 427, 438
Хоуэлл (Howell) 329
Хегелер (Heggeler) 427
Хеглер (Hegler) 299
Хенсон 225
Хилов 488
Херлицка (Herlitzka) 90
Хит (Hitt) 146
Хлопин 143, 158, 161, 292, 299, 633, 670,
675
Хмаладзе 186, 292, 335
Ходжаш 585
Ходоров 334
Хойт (Hoyt) 399, 695
Холак (Choiak) 173, 326
Хол (Hall) 158
Холден (Haldane) 51, 54, 57, 61, 66, 86,
120, 212, 270, 280, 285, 605
Хорват (Horvath) 203, 204, 206
Хорошко 407
Христиани 797
Христисон (Christison) 709, 713, 714
Хюгунен (Hugounene) 146

Шадек (Zadek) 220
Цангер (Zangger) 121, 173, 180, 185, 218,
220, 223, 225, 228, 237, 284, 328, 329,
353, 456, 466, 481, 537, 540, 591, 599,
603, 611, 642, 643, 644, 658, 662,
663, 756
Цвингман 186
Цедербаум 161
Шейтлина 392
Цервик (Zerwick) 549
Цигер (Zieger) 566, 570, 571, 572
Цизе (Ziese) 722
Циль (Ziel) 339
Циммерман (Zimmermann) 307, 311
Цитрович 260
Цоллингер (Zollinger) 438
Цунц (Zuntz) 60, 67, 92

- Чаплевский (Czaplewski) 220
 Чарлтон (Charlton) 185
 Чарный 299, 327, 503
 Челинцев 435, 466, 469
 Ченлес (Chaneles) 173
 Черкес 238, 252, 254, 255, 287, 299, 452, 453, 488, 525
 Черни (Czerny) 456
 Чернобережский 353
 Черноз 327
 Чесли (Chesley) 329
 Четвериков 148, 186, 287, 566, 585
 Чиамполини (Chiampolini) 260
 Чизер (Chyzer) 317, 325
 Чиликин 159
 Чиркин 159
 Чистович 327
 Чуманов 287
- Шабаев 327
 Шадов (Schadow) 553, 554
 Шапиро 225, 239, 353, 393, 564, 570
 Шарль (Charles) 67, 78
 Шатенштейн 299
 Шауман (Schaumann) 719
 Шауэнштейн (Schauenstein) 167
 Шафранова 312, 355, 564, 785
 Шахновская 548
 Шваб (Schwab) 540
 Шван (Schwann) 196, 761
 Шванке (Schwanke) 567, 571
 Швартау (Schwartau) 270
 Шварц (Schwarz) 197, 303, 304, 326, 334, 335, 353, 395, 399, 407, 414, 540, 668, 686, 695
 Шварц (Schwartz) 304, 330, 335, 700, 709, 715, 780
 Швенке (Schwenke) 392
 Швенкенбежер (Schwenkenbecher) 289, 292
 Шевалье (Chevallier) 163, 232, 339, 406
 Шевелев 488
 Шен (Schön) 369
 Шендер 527
 Шеньо (Chaignot) 232
 Шепф (Schöpf) 710
 Шерил (Scheril) 81
 Шерман (Scherman) 285, 358
 Шеррард (Scherrard) 540
 Шефер (Schaefer) 727, 728, 731
 Шильдт (Schildt) 687
 Шиманко 597
 Ширбек (Schierbeck) 88
 Шифман 312, 515
 Шлепфер (Schläpfer) 284
 Шлоссман (Schlossmann) 121, 142, 237, 311, 312, 316, 325, 326, 354, 454, 455
 Шкодин 597
 Шлегель (Schlegel) 668
 Шлумбергер (Schlumberger) 393
 Шмидт (Schmidt) 326, 330, 551, 719
 Шмидт-Кель (Schmidt-Kehl) 280, 285, 302, 303, 572, 574, 576, 584
 Шмитц (Schmitz) 406, 456
 Шморль (Schmorl) 702, 707
 Шнейдер 170, 304, 392
 Шольте (Scholte) 185
 Шоп (Chop) 335
- Шорохов 700
 Шоце 797
 Шохан (Shohan) 470, 481, 482, 518
 Шпет (Spaeth) 237
 Шпет (Späth) 706
 Шрадер (Shrader) 328, 329
 Шредер (Shröder) 703, 709, 712, 714
 Шредер (Schroeder) 711, 716
 Шренк (Schrenk) 518
 Шритер 225
 Шрумф (Schrumpf) 256
 Штааб (Staab) 220
 Шталь (Stahl) 173, 303, 416
 Штаркенштейн (Starkenstein) 94, 121, 304, 311, 335, 611, 714
 Штейнберг 238
 Штейндорф (Steindorff) 432, 443
 Штейнметц (Steinmetz) 174
 Штейгер (Steiger) 416
 Штейпер (Steurer) 524
 Штекхардт (Stöckhardt) 703, 711, 712, 716, 721
 Штеле (Stehle) 399
 Штельваг (Stellwaag) 700
 Штернберг (Sternberg) 137, 142
 Штерн (Stern) 209
 Штессель 362, 363, 365
 Штехелин (Stachelin) 142
 Штифель (Stiefel) 185
 Штифлер (Stiefler) 387, 392
 Шток (Stock) 258, 307, 309, 311
 Штоккер (Stocker) 186
 Штольц (Stolz) 210, 211
 Штрассман (Strassmann) 570
 Штрауб (Straub) 277, 285, 317, 639, 643, 652
 Штрёбель (Strebel) 188, 194
 Штрекер (Strecker) 570
 Штриг (Stritt) 549
 Штруггольд (Strughold) 253, 254
 Штротман (Strothmann) 492
 Штутцер (Stutzer) 706
 Штюбер (Stüber) 447, 448
 Шуб 292
 Шуберт (Schubert) 220
 Шудер 599
 Шулишев 518
 Шультцик (Schultzik) 288, 292
 Шульд (Schulz) 146, 173, 215, 220, 228
 Шульце (Schulze) 438, 522
 Шустов 595
 Шустров 340, 353
 Шут (Schut) 687
 Шуфир 597
 Шютте (Schütte) 452, 453
 Шютце (Schütze) 88, 181, 185, 285, 536, 540, 581, 582, 584
- Эбрайт (Ebright) 496
 Эбермайер (Ebermayer) 712
 Эванс (Evans) 87, 326, 339
 Эгли (Egli) 121, 163, 229, 516
 Эделеану (Edeleanu) 187
 Эдерер (Hederer) 250, 252, 254, 299, 488, 671, 785
 Эдсал (Edsall) 329
 Эйкен (Euken) 30
 Эйленберг (Eulenberg) 95, 121, 147, 158, 166, 170, 174, 185, 200, 206, 220, 237, 239, 242, 257, 258, 270, 292, 341, 358,

542, 544, 578, 579, 592, 599, 709, 711,
713, 714
Эйндховен (Eindhoven) 393
Эйснер (Eisner) 576
Эйхлер (Eichler) 369
Эллингер (Ellinger) 299
Эллингтон (Ellington) 695
Эллиот (Elliot) 466, 522
Эллис 346
Эльтерман 597
Эльфстранд (Elfstrand) 342, 373
Эммерлинг (Emmerling) 250
Эмрих (Emrich) 508
Энгель (Engel) 303, 566
Энгельгардт (Engelhardt) 334, 353, 392,
797, 798
Энглер (Engler) 145
Эрдман (Erdmann) 590
Эрдел (Erdöl) 326
Эренбург 353, 541
Эрлвейн (Erlwein) 146
Эрленмейер (Erlenmeyer) 317, 325
Эрлер (Erler) 181
Эркандес (Hernandez) 326
Эттель (Ettel) 782
Эттинген (Oettingen) 232, 237, 479
Юдин 287

Юнг (Joung) 581, 684
Юнек (Junek) 414
Юнк (Junk) 86
Юст (Just) 25

Яблик (Jablick) 487
Яблонский 292
Яблоков 586
Явиг 287
Якимов 143
Якимчик 142, 155, 157, 159, 169, 172, 184,
186, 192, 195, 207, 219, 220, 242, 287,
291, 292, 311, 312, 321, 322, 323, 324,
325, 327, 334, 349, 353, 392, 496, 558, 564,
591, 595, 596, 597, 637, 637, 642, 655, 656
Якоби (Jakobi) 376, 541
Якобсон 303
Яковлева 423
Яковцевская 186, 463, 466, 515
Якш (Jaksch) 334, 335, 456
Ямада (Jamada) 526
Янделл (Jandell) 86
Янсен (Jansen) 303, 311, 687
Янт (Jant) 285, 329, 358, 398, 399, 434,
470, 479, 481, 482, 518
Ясиновский 327
Яффе (Jaffé) 237, 584, 587, 591

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абсорбция газов 21, 81 сл.
 — паров 27
 — раздражающих газов 110
 Авиабензол 345
 Авогадро закон 22
 Автогенные работы, правила безопасности 368
 Автомобили, выхлопные газы 638—642
 Адамсит 247, 255, 672
 Адrenalин 750
 Адронал 456, 662
 Адрионацетат 510
 Адсорбция газов 21
 — паров 27
 Азид свинца 644
 Азот. 201
 — двуокись 201, 213
 — закись 201, 209, 723
 — — применение для наркоза 209—210
 — — растворимость (табл.) 718
 — окислы 642—644, 709, 792
 — — действие на растения (табл.) 709
 — окись 201, 211
 — органические соединения, действие на кровь и кровообращение 116
 — треххлористый 201, 207
 — четырехокись 201
 Азотистая кислота 201, 213
 — — действие на растения (табл.) 709
 — — токсическое действие (табл.) 222
 Азотистоводородная кислота 208, 753
 Азотистый ангидрид 213
 Азотная кислота 201, 221, 804
 — — действие на растения (табл.) 709
 — — производство, правила безопасности 168, 169, 796, 797
 Азотопиловый эфир 496
 Акация 99
 Аквинит 672
 Аклиматизация 56, 99
 Аккумуляторы свинцовые 322
 Акридин 592, 655
 Акридальдегид 517
 Акролеин 517, 646, 671, 672, 676, 791
 Активный уголь 668, 767, 771, 773, 776
 Актиномикоз легких 136
 Алкалоз 63
 Алкилгликоль ВМ 664
 Алкоголь, роль при комбинированных отравлениях 620
 Аллен 361, 362
 Аллил бромистый 448
 Аллилен 370
 Аллилэтилоксианат 549
 Аллиловое горчичное масло 549, 676
 Аллиловый спирт 459, 469
 Аллилэтиловый эфир 478
 Альвеолы 41
 Альвеолярный воздух, состав 87
 Альдегиды 512, 645, 646, 647, 662, 663
 — действие на растения (табл.) 709
 Аллюминоз 136
 Амилацетат 509, 660, 791
 Амиллен 355, 359
 Амилены 359
 Амиллизонитрил 546, 547
 Амилнитрит 494, 723, 739
 Амилловые спирты 458, 468, 659, 662, 664, 791
д-Амилловый спирт 469
 Амилловый спирт брожения 468
p-Аминодиметиланилин 589
 Аминосоединения алифатические 550
 — ароматические 555
 — — диагностика 556
 — — теория токсического действия 556
 — — терапия 557
 — — токсическое действие 555
 Аммиак 201, 668, 669, 676, 723, 744, 771, 772, 774, 775, 776, 779, 791, 803
 — действие на животных (табл.) 202
 — — на растения (табл.) 709
 — — на человека (табл.) 204, 602, 603
 — индикация 205, (табл.) 206—207
 — комбинированные отравления 612
 — острое отравление 202
 — привыкание к 204
 — работоспособность в атмосфере, содержащей аммиак (табл.) 204
 — терапия 204
 — хроническое отравление 205
 Аммиачная вода 803
 Аммиачные холодильные установки, меры безопасности 669
 Аммоний сернокислый, действие на растения (табл.) 709
 — углекислый 202
 — — действие на растения (табл.) 709
 — фтористый 171
 Амплитуда действия (наркотическая) 717
 Анализ газов 33 сл.
 Анестезия ингаляционная 717
 Анилин 580, 661, 666, 774, 791, 803
 — выделение 583
 — возможности отравления 580
 — обнаружение 584
 — определение в воздухе 584
 — острое отравление 581
 — пары, всасывание кожей 582
 — — токсичность (табл.) 583, 603
 Анилин, производство, правила по охране труда 558 сл.

- Анилин профилактика 584
 — свойства 580
 — теория токсического действия 581
 — терапия 583
 — хроническое отравление 582
 — чувствительность к 583
 Анилиновый рак 585, 590
 Аноксемия 96 сл., 171, 267, (табл.) 268
 — последствия 98
 — стадии 97, 98
 — хроническая 99
 Анол 456
 Анон 662
 Антидетонаторы 327, 335
 Антраков 135
 Антрацен 375, 653
 Антропотоксин 626
 Аппаратура химическая, правила ремонта 614
 Арилмышьяковистая кислота 248
 Арсины алифатические 248
 — ароматические 248
 Асордин 424
 Астма, лечение дымом противоастмических трав 652
 — после вдыхания пыли 138
 Асфальт 654, 655, 702
 — отравление парами 654
 — пары, действие на растения (табл.) 709
 Асфальтовые лаки 660
 Асфиксия 98, 726
 — лечение 100, 726
 Асфиктические газы 95
 Атмосферный воздух, состав (табл.) 86
 Ацетали 518
 Ацетальдегид 477, 515, 646, 791
 — порог восприятия 632
 Ацетил хлористый 528
 Ацетил 344, 365, 634, 669, 803
 — в баллонах 669
 — — — правила устройства и содержания 369
 — в борьбе с вредителями 696
 — возможности отравления 368
 — гомологи 370
 — двуххлорный 442
 — индикация 369
 — комбинированные отравления продуктами очистки 619
 — нарком посредством 717, 718
 — теория токсического действия 366
 — токсическое действие на растения (табл.) 710
 — токсическое действие на человека (табл.) 367, 602
 — четырехбромистый 438
 — четыреххлористый 436
 — явления отравления 366, 367
 Ацетиленовые аппараты, правила устройства и обслуживания 368
 Ацетилцеллюлоза, растворители для 660
 Ацетон 477, 520, 659, 660, 661, 664, 780, 791, 803
 — гомологи 522
 — токсическое действие 520, (табл.) 521
 Ацетоновые масла 522, 659
 Ацетоуксусный эфир 512
 Ацидоз 63
 Аэрогенный газ 635
 В-Stoff 523, 672
 Вп-Stoff 523, 672
 Баллоны для аммиака, правила безопасности 205
 — — ацетилена, правила устройства и содержания 369
 — — сжатого кислорода 669, 762
 — — сжатых газов 669
 — — — правила безопасности 192
 Бензаль хлористый 453
 Бензидин 590, 803
 Бензилацетат 659, 664
 Бензил бромистый 452, 671, 672, 676
 — — в качестве лакриматора 452
 — иодистый 452, 671, 676
 — хлористый 450, 791
 — — острое отравление 451
 — — подострое отравление 451
 — — токсическое действие на кошек (табл.) 451
 Бензилиден хлористый 453
 Бензиловый спирт 660, 664
 Бензин 327, 328, 329, 344, 345, 602, 635, 659, 660, 611, 662, 664, 791
 — авиационный 345
 — буроугольный 659
 — возможности отравления 346
 — выделение организмом 352
 — „калоша“ 345
 — „каучук“ 345
 — крекинг 344, 345
 — легкий 345, 349
 — — действие на кошек (табл.) 350, 351
 — определение 353
 — острое отравление 349 сл.
 — пары, действие на центральную нервную систему 352
 — — — на человека 352
 — — — последующие заболевания 352
 — тяжелый 345, 350
 — — действие на кошек 351
 — хроническое отравление 352
 — экстракционный 345
 Бензиноль, см. Трихлорэтилен
 Бензиномания 352, 353
 Бензиноформ 424
 Бензины 344—346, см. Бензин
 Бензоял хлористый 528, 676
 Бензойная кислота 527
 Бензол, выделение из организма 389
 — каменноугольный 375, 449, 635, 645, 658, 659, 661, 662, 664, 761, 774, 775, 779, 791, 799, 800
 — — 90%-ный 376
 — — обнаружение и определение 391
 — — острое отравление 379 сл.
 — — токсическое действие на кошек (табл.) 383, 384
 — — — на кроликов (табл.) 382, 383
 — — — на морских свинок (табл.) 380
 — — — на мышей (табл.) 379, 380, 381
 — — — на растения (табл.) 710
 — — — на собак (табл.) 385
 — — — на человека 386, 602
 — — хроническое отравление 387
 — — — концентрации вызывающие 388
 — — хроническое отравление, прогноз 388

- Бензол, каменноугольный, хроническое отравление, рецидивы 388
 — чувствительность к 388
 — моторный 375
 — нефтяной 345
 — определение 375, 391
 — профилактика 389
 — реактив 803
 — терапия 391
 Бергера смесь 657
 Бериллий 797
 — окись 797
 — фтористый 797
 — фтористонатриевый 797
 — фторокисл 797, 798
 Бертолит 672
 Бертоллегова соль 644
 Биолитические газы 95
 Бихроматы, токсичность 332
 Блаугаз 635
 Боевые ОВ 671, см. также ОВ боевые
 — действие на растения 710
 — классификация 673, 674
 Бойля-Марриотта закон 27, 73
 Борьба с вредителями 681 сл.
 — применяемые газы 685
 — сельского и лесного хозяйства, правила 698, 699
 — средства для, комбинирующие отравления 619
 — для разбрызгивания 696
 — применяемые в виде дыма 696
 Брожение, запахи 623
 Бром 159, 675, 721, 722, 771, 791, 803
 — действие на растения (табл.) 710
 — острое отравление 159
 — порог восприятия 632
 — работоспособность в атмосфере бро-
 ма (табл.) 161
 — токсичность для человека (табл.) 160, 602
 — хроническое отравление 161
 Бромцетон 523, 524, 671, 672, 673, 676
 — и гомологи, в качестве БОВ 523
 Бромбензилцианид 453, 671, 672, 678, 676
 Бромистый аллил 448
 — бензил 452, 671, 672, 676
 — ксилл 671, 676
 — ксиллен 453
 — ксилол 453
 — метил 408, 411, 414, 661, 668, 671, 745, 791
 — огнетушительное средство 656, 657
 — токсическое действие на живот-
 ных (табл.) 415
 — метил 411
 — пропил 411, 441
 — токсическое действие на мышей (табл.) 441
 — этил (бромэтил) 411, 429, 441, 656, 717, 718
 — как наркотик 431
 — токсическое действие на мышей и крыс (табл.) 430
 — этилен 411, 433, 656, 657
 — эфир броммасляной кислоты 675
 Бромметилэтилкетон 523, 524, 672, 676
 Бромнитробензол 567
 Бромформ 423
 Бромпропионовая кислота 675
 Бромуксусная кислота, эфиры 511, 671
 Бромциан 544, 546, 671, 672, 676
 Бронхольное дерево, размеры 91
 Бумажные фабрики, правила безопас-
 ности 191
 1, 3-Бутадиен 361, 363, 719, 791
 — продукты полимеризации (димер) 364
 Бутан 339
 Бутиламин 555
 Бутилацетат 507, 791
 Бутилбензол 381
 Бутилглицоль 664
 Бутилен 355, 719
 Бутимеркантан 671
 Бутиловые спирты 467, 477, 792
 n-Бутиловый спирт 458, 467, 664, 807
 — вторичный 467
 — третичный 468
 n-Бутиловый эфир молочной кислоты 659, 664
 — муравьиной кислоты 499
 — уксусной кислоты 504
 Ванадий, пентаокись 331
 — токсичность для животных (табл.) 331
 Ванилин, минимальная воспринимаемая концентрация 633
 Ваниль 601
 Вар 653 сл.
 Вебстера реакция 573
 Вентиляция искусственная, законода-
 тельство 790
 — легких 50, 89
 — влияние на растворимость газа 82
 — действительная 50
 — фракционированная 53
 Веселящий газ 209, 718
 Взрывные газы 261, 642, 643
 Взрывчатые вещества, газы, образу-
 ющиеся при разложении 681
 Взрывы в шахтах 615
 Винил 646
 Виниловый эфир 476
 Винилэтиловый эфир 478
 Винсент 672
 Виноградный сахар 746
 Висмутовая вонь 628
 Витрит 672
 Влажность воздуха 87, 610 (повышенная)
 Внутреннее трение газов 25
 Вода, содержание во вдыхаемом воз-
 духе 87
 Водород 634, 635, 636, 639, 642, 682, 683
 — содержание в воздухе подводных лодок 684
 Водяной газ 260, 634, 636
 — состав 636
 Водяные пары 688; действие на расте-
 ния (табл.) 710
 Военные суда, опасность отравления газами 680 сл.
 Воздух, абсолютная скорость тока в воз-
 духоносных путях 90
 — альвеолярный, состав 87
 — атмосферный, состав и влажность 87
 — бедный влагой, действие 610
 — больших городов 627

Воздух, влажность 87, 610 (повышенная)
 — выдыхаемый, состав 87
 — температура 90
 — давление газов в 87
 — дополнительный 52
 — в жилых помещениях 625, 626, 627
 — легочный, содержание влаги в 87
 — объем в легких 52, 88
 — остаточный 52, 88
 — подводных лодок 682, 684
 — резервный 52, 88
 Воск пчелиный 601
 Воспаление дыхательных путей 104, 105 сл.
 — легких 105
 Воспаления хронические дыхательных путей 108
 Восприимчивость опытных животных к газам 125
 Вредители, борьба с ними 684 сл.
 Вредные газы, предельные концентрации в рабочих помещениях (табл.) 791 сл.
 Вулканические газы, действия на растения (табл.) 710
 Выделение не реагирующих газов 84
 Выхлопные газы 260, 638, 680
 — автомобилей 638—642
 — как источник отравления 262, 263, 264
 — распределение у (стоячего и движущегося) автомобиля 641
 — состав 689
 Вязкость газов, относительная 25
 Табера формула (cf) 126, 127 сл.
 Газация 685 сл.
 Газовая атака 670
 — защита 671
 — маскировка 678
 — эмболия 607
 Газовые законы, практическое применение 67
 — отравления, комбинированные 611 сл.
 — смеси взрывчатые 29
 — в природе и на производстве 612
 Газовый анализ, см. Анализ газовый
 — завод, опасности от газа 615
 — интерферометр 35
 Газоиспытатель по Вирту 33
 Газойль 344
 Газолин 782
 Газообмен человека 87
 Газоотравления, спасательные мероприятия 724 сл.
 Газы, абсорбция 20, 81 сл.
 — адсорбция 21
 — анализ 33 сл.
 — асфиктические 95
 — при брожении 623
 — введение другими, кроме дыхательных органов, путями 85
 — вес 68
 — взрывные, см. Взрывные газы
 — на войне 670
 — вредные, классификация 93
 — выделение 84, 85
 — выхлопные, см. Выхлопные газы
 — вязкость относительная 25

Газы генераторные, см. Генераторный газ
 — гниения 624, 625, 771
 — горения 617
 — горючие 634 сл.
 — горячие 609
 — давление в воздухе, крови, тканях 87
 — и объем 19
 — действие на пищевые продукты 700
 — на растения (табл.) 709 сл.
 — доменные, см. Доменные газы
 — дыма и пожаров 259, 645, 647, 648
 — закон растворимости Генри 20, 76
 — измерение скорости движения 24
 — изотерма адсорбции 22
 — ирритирующие 95
 — канализационные 614, 625
 — классификация с военной точки зрения 95
 — колошниковые 617
 — комбинированные отравления смесями 611 сл.
 — конвекция 29
 — концентрации вычисление (табл.) 30 сл.
 — обозначение 68
 — коэффициент распределения 77
 — растворимости 76, 77
 — критическая температура 20
 — критический объем 20
 — критическое давление 20
 — литейные 618
 — нарывные 95, 743
 — не реагирующие 81
 — абсорбция 82
 — выделение 84
 — нефтяные, токсическое действие 347
 — нитрозные, см. Нитрозные газы
 — нормальные условия 23
 — обозначение концентрации 68
 — образуемые навозной жижей 625
 — образующиеся при взрывах 642 сл.
 — — разложении ВВ 681
 — объем, влияние температуры на 74
 — окклюзия 21
 — определение давления 24
 — объема 23
 — отвалов и шлаков, комбинированные отравления 618
 — подземных пожаров 615
 — пожаров 645, 772
 — применяемые в борьбе с вредителями 685 сл.
 — природные 347, 612, 613
 — противодействия при отравлении 721
 — раздражающие 93 сл., 101 сл., 748
 — абсорбция 101
 — смеси 610
 — растворимость 20
 — в жидкостях 75
 — в крови 81
 — в организме 81 сл.
 — расширение 19
 — реагирующие 81, 86
 — рудничные 340, 615
 — сжатые 669
 — сжижение 20
 — силовые, см. Генераторный газ
 — скорость движения 24—25

- Газы, слезоточивые 95
 — смешиваемость и диффузия 20
 — сухой перегонки дерева 635
 — таблица для пересчета объемных частей на миллиграммы 69
 — температура и объем 74
 — технические 633
 — токсикемические 95
 — удельный вес и плотность 22
 — — — объем 22
 — удушливые 93, 96, 100, 101, 724
 — в холодильном деле 668
 — чихательные 95
 Галодивные алкилы, в качестве сгнетущительных средств 656
 Галондозамещенные спирты жирного ряда 470
 — углеводороды ароматического ряда 449
 — — — жирного ряда 408 сл.
 — — — таблица важнейших 409
 Гаражи, воздух в 639
 — правила об устройстве 642
 Гашиш 652
 Гексагидробензол, см. Циклогексан
 Гексагидрокрезол 457, 662
 Гексагидрофенол 456
 Гексалин 456, 659
 Гексалинацетат 510
 Гексаметилен, см. Циклогексан
 Гексан 339, 341, 343, 345
 — токсическое действие на животных (табл.) 341, 342, 343
 Гексахлорэтан 410
 α-Гексен, токсическое действие на мышей (табл.) 360—361
 Гексетон 738
 Гексилен 355
 Гельвелля кислота 601
 Гемоглобин, влияние концентрации водородных ионов на 59, 60
 — кислотность 61
 — определение 557
 — соединение с кислородом 58, 59
 — функции 57
 Генераторный газ 261, 617, 634, 635, 638
 — — — производство, правила безопасности 636—638
 — — — состав 636
 Генри закон 20, 76, 80
 Гепталин 457, 659
 Гептан 339, 341.
 — токсическое действие на животных (табл.) 341, 342, 343
 α-Гептан, токсическое действие на мышей (табл.) 360—361
 Гептилен 355
 Германиевый водород 330
 — — — токсичность для животных (табл.) 330
 Гетероциклические основания 591
 Гидролин 457, 659
 Гидронафталины 394
 Гидротерпия 659
 Глаза, повреждения от нарывных газов 749
 Гликоль 659, 664
 — моноацетат 664
 Гликольмоноэтиловый эфир 479
 Глобаль 450, 694
 Гниение, газы 624, 625, 771
 Голо-газ 702
 Гомартонит 523, 672
 Гомомартонит 672
 Гопкалит 776
 Горная болезнь 56, 99, 606
 — — — нохимстальская 338
 — — — симптомы 606
 Горчишные масла 529, 549, 550, 803
 Горчишный газ 482, 672, 674
 Горючие газы 634
 — — — классификация 634, 635
 — — — состав 635
 — — — токсичность 635
 Горячие газы 609
 Граммомолекула, определение понятия 23
 Ве-гранаты 672
 Се-гранаты 672
 Гремучая ртуть 644
 Грызуны, в качестве опытных животных 125
 D-Stoff 672
 DA-Stoff 672
 DM-Stoff 672
 Давление абсолютное 71
 — газов, определение 24
 — кровяное, понижение 117
 — манометрическое 71
 — паров воды 73
 — парциальное 72
 Даусона газ 635
 Двигатели внутреннего сгорания 638
 Двойной водяной газ 635
 Двухфазная токсичность 129
 Деготь 615, 653 сл.
 — буроголиный 654
 — в борьбе с вредителями 702
 — действие на растения (табл.) 710
 — древесный 653
 — — отравление 655
 — каменноугольный 653
 — в качестве лечебного средства 721
 — профилактика 655
 Дезодорирующие средства 629 сл.
 Декалин (декагидронафталин) 394, 659, 662
 Декан 339, 345
 Декомпрессионные симптомы 608
 Денатурированный спирт 592, 619
 — — — отравление 460, 465
 Депазол 662
 Дерево, пирогенетическое разлож. 647
 Деревья, высокая чувствительность к сернистому ангидриду (табл.) 712
 Дериена реакция 576
 Диазометан 554
 Диазосоединения 550 сл.
 Диаллиловый эфир 478
 Диализидия 672
 Диарилмышьяковистая кислота 248
 Диацетоновый спирт 659, 662, 664
 Дибромацетилен 448
 Дибромдиметиловый эфир 480
 Дибромметилэтилкетон 523, 524
 Дибромэтан 433
 Дивинил (1,3-бутадиен) 361, 363, 795
 Дивиниловый эфир 478

Диноацетилден 448
 "Дик", см. Этилдихлорарсин
 Димер (бутадиена) 364
 Диметиланилин 804
 Диметиларсиниоксид 244
 Диметиларсинэтилсульфид 246
 Диметилацеталь 518
 Диметилбутадиен 361, 365
 2, 5-Диметилгексан 343
 Диметилкетон 477
 Диметиловый эфир 472
 2,7-Диметилотан 343
 Диметилртуть 312
 Диметилсульфат 489, 671, 672, 745
 — действие на обезьян (табл.) 491
 — механизм токсического действия 490
 — терапия 491
 Диметилсульфид 482
 Диметилфенилдиамин 589
 Диметилциклогексан 374
 Динитробензол 568
 Динитронафталин 580, 804
 2, 4-Динитротолуол 571
 Динитрофенол 574
 — реакция Дериена 576
 Динитрохлорбензол 570, 804
 — правила употребления 564
 Днолефины 344, 361
 Диспноэ 272
 Дифениламин 590
 Дифениламинхлорарсин 255, см. Адамсит
 Дифениларсиниоксид 274
 Дифенилхлорарсин 247, 252, 671, 672, 673, 676, 743
 — острое отравление 252
 — терапия 254
 — хроническое отравление 254
 Дифенилхлорстибин 259
 Дифенилцианарсин 247, 254, 671, 672, 676, 743
 Дифосген 503, 671, 672, 675, 708
 Дифтордихлорметан 668
 Диффузия газов 20
 Дихлорбензол 450, 664, 694
 Дихлорбутен 795
 Дихлоргидрин 472, 660
 β - β' -Дихлордивинилхлорарсин 247, 250
 Дихлордиметиловый эфир 479, 671, 672
 Дихлордиэтилсульфид 480, 482, 671, 672, 674, 675, 677, 702, 743
 — дегазация 487
 — действие на кожу в капельножидком состоянии 486
 — — различных концентраций на человека (табл.) 486
 — индикация 487
 — летучесть (табл.) 482
 — механизм токсического действия 483
 — определение 487
 — профилактика 487
 — симптомы отравления 484
 — терапия 487
 — явления отравл. у животных 483, 484
 β - β' -Дихлоризопропиловый спирт 472
 — эфир 796
 Дихлорметан, см. Хлористый метилен
 Дихлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты 503
 Дихлорфениларсин 743

Дихлорэтан, см. Хлористый этилен
 α -Дихлорэтан, см. Хлористый этилиден
 Дихлорэтилен 410, 442, 662
 — токсическое действие (табл.) 442, 443
 β - β' -Дихлорэтиловый эфир 796
 Дихлорэтилсульфид, см. Дихлордиэтилсульфид
 Дициан 541
 — токсическое действие (табл.) 542
 Дициандиамид 547
 Диэлин 662
 Диэтиларсин 246, 250
n-Диэтилбензол 380, 381
 Диэтилдисульфид 488
 Диэтилкарбонат 659, 664
 Диэтилкетон 477
 Диэтиловый эфир 473, 478, см. Этиловый эфир
 Диэтиртуть 312
 Диэтилсульфид 477, 482
 Диэтилформаль 518
 Диэтилхлорарсин 246
 Доменные газы 260, 633, 635, 703
 — — состав 636
 — — печи, дым, комбинированные отравления 617
 — — правила безопасности 637
 Древесный спирт 459, 807
 Дрегера пультмор 733, 734 (в различных производствах)
 Дурнопахнущие газы 627—628
 Душистые вещ. цветов и фруктов 622
 Дым 28, 259, 703, 784
 — в военном деле 652
 — действие на растения 709 сл.
 — лечебных трав 652
 — наркотиков 652
 — отравление, лечение 650
 — — прогноз 649
 — — течение 649
 — — хроническое 650
 — паровозный в туннелях 648
 — пожаров 259, 648
 — предупреждение отравления 651
 — применение в сельском хозяйстве 652, 703
 — от сжигания бурого и каменного угля и торфа 703
 — содержание сернистого и серного ангидридов (табл.) 704
 — табачный 651 сл., 723
 — чувствительность хвойных растений к 703
 Дымовые газы 259, 645, 647
 — — комбинированные отравления 617
 — — в туннелях 648
 — завесы 681 сл.
 Дыхание, величина 89
 — влияние кислорода на 50
 — в воздухе с измененным составом 604
 — вредное пространство 87
 — при высоких температурах 609
 — глубина 88
 — искусственное 726 сл.
 — — аппаратура 731
 — — комбинации разных методов 729
 — — метод Говарда 729, 730, 732
 — — — Сильвестра 728, 730, 732
 — — — Шеффера 727, 731

- Дыхание, кислородный резерв 51
 — „круговое“ 761
 — мертвое пространство при 49
 — при недостатке кислорода в воздухе 604
 — обмен воздуха 49
 — объем 39, 47, 48, 49, 88
 — — и расход энергии 48
 — поверхностное 45
 — при повышенном давлении 606
 — показатель разведения 45
 — при пониженном давлении 605
 — регулирование 63 сл.
 — ритм 48
 — сущность 38
 — углекислота в качестве регулятора 51
 — физиология, числовые данные 87 сл.
 — частота 90
 — Чейн-Стокса 51
 Дыхательные функции крови 57, 63 сл.
 Дыхательный коэффициент 46

 Емкость (нормальная) дыхательных органов 88
 Encephalopatia saturnina 318

 Желатиндинамит 643
 Железо, карбонил (пентакарбонил) 335, 745, 748, 749
 Желтуха 557
 — пикриновая 577
 Желтый крест 483, 672
 — — группа ОБ 674
 Животные опытные, восприимчивость к газам 125
 — — выбор 124
 — опыты на 121
 — — методика 122, 123
 — отбросы, дурно пахнущие газы 629
 — холоднокровные в качестве опытных 125
 Жизненная емкость 53
 Жилые помещения, воздух в 625, 626
 — — озонизация 629

 Заболевания вследствие вдыхания вредных веществ 754 сл.
 Заболевания, вызываемые вдыханием пыли 130
 Загрязнения химические 678
 Закись азота, см. Азот, закись.
 Законодательство по охране труда и предупреждению отравлений 786 сл.
 Запахи 621 сл.
 — дурные, медицинская оценка 631
 — — устранение 629
 — — физические методы уничтожения 630
 — — химические методы уничтожения 629
 Заражение местности 678
 Заправка динамическая 123 сл.
 — статическая 122
 Защита, индивидуальная 758, 783
 — коллективная 775 сл.
 — массовая 756
 — противогазовая 755 сл.
 — противохимическая 671

 Защита от пыли 139
 — растений от дыма и газов 716
 Защитная одежда 784
 Защитные рефлексы (против раздражающих газов) 109
 Зеленый крест 503, 672
 — — группа ОБ 673
 Зловонные газы 621 сл.
 Зола, действие на растения (табл.) 711

 Известковая пыль 138
 Известковые печи, газы 617
 — — дым 703
 Известь азотистая 547, см. Кальций-цианамид
 — хлорная 157, 743, 804
 Изоамилацетат 509
 Изоамилдихлорарсин 246
 α - и β -Изоамиллен 360
 Изоамиловый спирт 468, 807
 — эфир муравьиной кислоты 499
 — — уксусной кислоты 504
 Изобутиламины 555
 Изобутилацетат 662
 Изобутилен 719
 Изобутилкарбинол 468
 Изобутиловый спирт 467, 477, 664, 807
 — эфир уксусной кислоты 504
 Изолирующие приборы (противогазы) 758, 759, 760, 761
 Изонитрилы 529, 546
 Изопентан 360
 Изопрен 361, 364, 647
 Изопропенилэтиловый эфир 478
 Изопропилацетилен 360, 370
 Изопропилабензол 381
 Изопропилизонитрил 546
 Изопропиловый спирт 467, 664, 807
 — эфир уксусной кислоты 504
 Изопропилэтилен 360
 Изороданистый аллил 549
 Изосульфонианиды 529
 Изотерма адсорбции газов 22
 Изохинолины 344
 Изоцианистые соединения 529, 546
 Ингалятор 737
 Ингаляционная анестезия 717
 — терапия 719
 — — лечебные средства 721
 Ингаляционные наркотики, см. Наркотики ингаляционные
 Индивидуальная защита 758, 783
 Индикатор универсальный 207
 — — мерка 193, 194
 — чувствительность на цианистый водород (табл.) 538, 539
 Интерферометр газовый 35
 Иод 162, 721, 804
 — галонные соединения 163
 — однобромистый 163
 — острое отравление 162
 — одноклористый 163
 — работоспособность в атмосфере иода (табл.) 162
 — треххлористый 163
 Иодацетон 524, 676
 Иодизм 162
 Иодистый бензил 452, 671, 676
 — метил 416

Иодистый этил (подэтил) 431, 656
 — токсичность для мышей (табл.) 431
 Иодуксусная кислота, этиловый эфир 512
 Ионон, минимальная воспринимаемая концентрация 633
 Иохимсталевская горная болезнь 338
 Иприт, см. Дихлордифтисульфид
 Ирритирующие газы 95
 Искусственное дыхание 726 сл., см. Дыхание искусственное
 Испорченный воздух в помещениях 626
 Исследование в динамическом потоке газа 123
 — в спокойной газовой смеси 122
 Истерия сероуглеродная 405
 Ихтиол 646
 K-Stioff 501, 672
 Кадмий 304
 Какодил бромистый 245
 — окись 244, 676
 — роданистый 245
 — треххлористый 245
 — хлористый 244, 676
 — цианистый 245, 676
 Какодилкарбид 246
 Кад, запах 623
 Кальций-карбид, правила хранения 368
 Кальций-цианамид 529, 547, 808
 Каменноугольный деготь 653, 807; отравление продуктами улетучивания 654
 — пек 653, 654
 — фракции перегонки 375
 Камеры пневматические 606, 607
 Камит 672
 Кампизилит 672
 Камфен 597, 599
 Камфилен 601
 Камфора 600, 696, 804
 — в борьбе с вредителями 696
 — выпрыскивание 738
 — синтетическая (камфилен) 601
 Канализационные газы 614, 625
 — колодцы, правила безопасности работы в 614
 Капронитрилы 643
 Капюшоны (противогазовые шлемы) 783
 Карбид кальция, правила хранения 368
 — технический 804
 Карбоксигемоглобин 282
 — образование 265
 Карболовая кислота, см. Фенолы
 Карбонилы железа и никеля 335, 745, 748, 749
 Кардиазол 738, 748
 Каучук, пирогенетическое разложение 647
 — синтетический, токсичность при синтезе 795
 Кашель пекарей (и ткачей) 138
 Керосин 344, 345, 346, 353, 645, 707, 792
 — в борьбе с вредителями 696
 — пары, острое отравление 354
 — характер токсического действия 353
 — хроническое отравление 354
 — осветительный 345
 — специальный 345
 — тракторный 345
 Кессонная болезнь 607

Кетены 646
 Кетоны 659
 Кетоновые масла 792
 Кетоны 520, 659
 — бромированные, в качестве ОВ 523
 Киноварь, средство для окулирования 723
 Кислород 142 сл., 741
 — вдувание 732, 746
 — газообразный (для медицинских целей) 804
 — влияние на дыхание 50, 55, 56
 — высокое содержание во вдыхаемом воздухе 604
 — действие на растения (табл.) 711
 — в качестве лечебного средства 722
 — недостаток: в воздухе 604; в шахтах 615
 — в организме, диссоциационная кривая 59
 — расход 48
 — сжиженный 669
 — соединение с гемоглобином 58, 59
 — технический 804
 — чистый (вдыхание) 603
 — и энергия, отношение между 48
 Кислородные приборы 758, 761, 762
 — химические 764
 Кислородный баллон Дрегера 732
 — резерв 51
 Кислотная терапия 721
 Кислотно-щелочное равновесие крови 63 сл.
 Кислоты минеральные, производство, правила безопасности 169, 172, 796, 797
 — пары (лечение острых отравлений) 739
 Кларк 672
 Классификация газов с военной точки зрения 95
 Клоачные газы 625
 Клопч 672
 Кожа, поражения от ядовитых газов 743
 Кожевенные заводы, правила безопасности 183, 191
 Коксобензолные заводы, охрана труда 390
 Коксовые газы 260, 634, 635
 — печи, охрана труда 390
 Коллапс 747
 Коллективная защита 755 сл.
 Коллоидальный фильтр 780
 Коллоидит 672
 Колодцы канализационные, правила безопасности работы в 614
 Колошниковые газы 617
 Комбинированные наркотики (газами) 719
 Комбинированные отравления, см. Отравления комбинированные
 Конвекция газов 29
 Конинин 593
 Кониметр 35
 Концентрация водородных ионов, влияние на гемоглобин 59, 60
 — — — в крови 61, 62, 65
 — вредных паров, газов и пыли в рабочих помещениях, предельно допустимая 791, 792
 — газа, вычисление (табл.) 30 сл.
 — газов, обозначение 68
 — таблица для пересчета 69, 70

- Конюшни, запах 622
 Корамин 738
 Кофенин 748
 Кошки в качестве опытных животных 125
 Коэффициент распределения 78, 114
 Коэффициенты абсорбции кровяной плазмы 87
 Краска старая, удаление с обшивки вагонов, правила 323, 324
 Крахмал (пирогенное разложение) 647
 Крезол 375
 Крезолы в борьбе с вредителями 696
 Крекинг-газы 635
 Кремнефтористоводородная кислота 703
 Кремнефтористый натрий 797
 Кремний фтористый 172, 300, 797
 — четыреххлористый 300, 652, 680, 684
 Креозот 721
 Креозотовое масло 375
 Кристаллгаз 694
 Критическая температура 20
 Критический объем 20
 Критическое давление 20
 — состояние 20
 Кровообращение, влияние на растворимость газа 82
 Кровопускание (при отравлении) 738, 742
 Кровь, газы действующие на 117
 — давление газов в 87
 — законы дыхательных функций 63 сл.
 — исследование 557
 — кислотно-щелочное равновесие 63 сл.
 — концентрация водородных ионов в 61, 62, 65
 — определение гемоглобина и метгемоглобина 557
 — переливание 738, 749
 — перенос углекислоты 60
 — процент насыщения кислородом 58
 — 100%-ное насыщение кислородом 58
 — щелочность 47
 — щелочный резерв 62
 Кровяная плазма, коэффициент абсорбции 87
 Кровяное давление, понижение 117
 Кровяные яды 744
 Кролики в качестве опытных животных 125
 Кротонилен 370
 Кротоновый альдегид 646
 „Круговое“ дыхание 761
 Крысы в качестве опытных животных 125
 Ксиллидины 587, 805
 Ксилли бромистый 671, 676
 Ксиллилен бромистый 453
 Ксилол 345, 375, 381, 659, 661, 664, 792, 805
 — чистый 376
 — — токсическое действие 377, 378
 Кумол 381, 382
 Курение, бумага, пропитанная селитрой (как противоастматическое средство) 652
 Лабиринт уха, действие дихлорметилового эфира на 480
 Лаки 658, 659, 660
 — покрытие погружением и распылением 660
 Лакировка распылением, комбинированные отравления 619
 Лакримит 672
 Легкие, вентиляция 50, 89
 — вес 91
 — воспаление 105
 — давление 92
 — жизненная емкость 53, 88
 — объем 91
 — — воздуха в 52, 88
 — отек 105, 741, 748, 749, 753, 754
 — раздражение 45
 — строение 40
 — фракционированная вентиляция 53
 — эластичность и соотношение давления в 92
 Легочные раздражители 95
 Легочный воздух, содержание влаги 87
 Летучесть растворителей (табл.) 664
 Летучие вещества, выделение 81 сл.
 Лечение острых отравлений газами 739 сл., 744
 — симптоматическое 750
 — хронических газовых отравлений 751
 Лигносльфитная терапия 190
 Лигрони 344, 792
 Лимонное масло 599
 Литейные газы 618
 Литография, правила безопасности 324
 Лихорадка канатчиков 138
 — литейщиков 300, 301, 335, 336
 — чесальщиков 133, 138
 Лихорадки 138
 Лобелин, вприскивание 738
 Лост 672
 Лучистый грибок, заболевание 136
 Люизит 246, 250, 671, 672, 743
 — терапия 251
 — токсическое действие 251
 Магний, окись 301; реактив 806
 Мазуты парафинистые, правила использования 349
 Маленит (правила безопасности при работе) 563
 Манганизм 335
 Манганит 672
 Манометр дифференциальный 24
 — пружинный 24
 Манометрическое давление 71
 Марганец (соединения) 334
 Марси 672
 Мартонит 523, 672
 Маски (носовые полные) и полумаски 781
 — пожарных 651
 Маскировка газовая 678
 — запахов 630, 663
 Масла, пары, действие на растения (табл.) 711
 Масляная кислота, минимальная воспринимаемая концентрация 633
 Масляные лаки 660
 Масляный газ 635
 — — состав 636
 Массаж сердца 735, 736

Массовая защита 756
 Махорочные фабрики, правила по устройству и содержанию 595, 596
 Медь 303
 Мезитилен 381
 Мейер-Овертона теория 114
 Мелисэвий спирт 723
 Ментол 722
 — минимальная воспринимаемая концентрация 633
 Меркаптан 480
 — порог восприятия 633
 Мертвое пространство при дыхании 49, 50
 Металлорганические соединения 94, 745, 751
 — — действие 119
 Металлы 745
 — пары, действие 119
 Метан 339, 340, 615, 634, 642
 — моногалогенные производные 412
 Метанол 459, 664
 Метансодержащие газы 635
 Метгемоглобин 117, 531, 556, 557
 — обнаружение 557
 Метил бромистый 408, 411, 414, 656, 657, 661, 668, 671, 745, 791
 — иодистый 416
 — хлористый 408, 412, 661, 668, 791
 Метилаль 518
 Метилапол 457, 662
 Метиланон 659, 662
 Метиларсин 244
 Метиларсиндисульфид 244
 Метиларсиноксид 244, 676
 Метиларсинсульфид 244
 Метилацетат 504, 792
 — минимальная воспринимаемая концентрация 633
 — технический 805
 Метилацетилен 370
 Метилацетон 805
 3-Метил- α -3-бутадиеп, токсическое действие на мышей (табл.) 360—361
 3-Метил-2-бутин, токсическое действие на мышей (табл.) 360—361; 370
 Метилгексалин 659, 662
 2-Метилгексан 343
 Метилгликоль 662, 664
 Метил-горчичное масло 550
 Метилдибромарсин 244
 Метилдихлорарсин 244
 Метилизонитрил 546, 547
p-Метилизопропилбензол 380
 Метилмеркаптан 625
 Метиловый спирт 458, 459, 463, 645, 659, 660, 661, 664, 745, 792, 807
 — — возможности отравления 460
 — — определение 463
 — — острое отравление у человека 462
 — — потеря зрения при отравлении 462
 — — сырец 459
 — — теория токсического действия 459
 — — терапия 463
 — — токсическое действие на животных (табл.) 460—461
 — — химически чистый, свойства 459
 — — хроническое отравление у человека 462
 — — — — — последствие 462

Метиловый эфир 472
 — — бромуксусной кислоты 511, 676
 — — дугагондные производные 472
 — — муравьиной кислоты 496
 — — уксусной кислоты 503, 504
 — — — — — токсическое действие на животных (табл.) 505
 — — хлормуравьиной кислоты 501, 671, 672, 675
 — — хлорсульфоновой к-ты 492, 675, 676
 — — цианмуравьиной кислоты 508, 545, (табл.) 546
 Метилпиридин 592
p-Метилпропилбензол 380, 381
 Метилпропилкетон 522
 Метилформат 496
 — действие на животных (табл.) 497
 Метилхлороформ, см. Трихлорэтан
 Метилхлорсульфат 492
 Метилциклогексан 374
 Метилциклогексанол 457, 662, 664
 Метилциклогексаноловый эфир уксусной кислоты 504
 Метилциклогексанолформат 500
 Метилциклогексанон 662, 664
 Метилциклопентан 371
p-Метилэтилбензол 380, 381
 Метилэтилкетон 477, 522
асимм-Метилэтилэтилен 360
 Мефитизм 626
 Миазмы 624
 Минеральные кислоты, см. Кислоты минеральные
 — соли 169, 172
 — — правила безопасности 790
 Мины, газы при взрывах 643
 Молочная кислота, бутиловый эфир 659, 664
 — — этиловый эфир 662, 664
 Моль (граммолекула), определение понятия 23
 Моль, предохранение от 695
 Монда газ 261, 634, 635
 Моноацетат гликоля 664
 Моногалогенные производные метана 412
 — — этана 428
 Монометиловый эфир этиленгликоля, см. Метилгликоль
 Монохлорбензол 664
 Монохлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты 501, 675
 Монохлорметилхлорформат 672
 Моноэтиловый эфир этиленгликоля, см. Этилгликоль
 Морская химическая война 681, 682
 Морские свинки в качестве опытных животных 125
 Морфий 611
 Моталин 335
 Мотил 335
 Мочка льна, дурно пахнущие газы при 629
 Мундштук простой 781
 Муравьиная кислота 525, 662, 804 (техн.)
 — — *n*-бутиловый эфир 499
 — — изоамиловый эфир 499
 — — нитрил 530
 — — сложные эфиры 496
 — — цианистые эфиры 529
 — — этиловый эфир 497

- Муравьиная кислота, эфиры 662
Мыла 646
Мыши в качестве опытных животных 125
Мышьяк, действие на растения (табл.) 701, 711
— белый 239, 792, 805
— применение на производстве, охрана труда 240
— органические соединения 120, 231, 242, 243, (табл.) 244—247, 722
— — — механизм действия 243
— — — „последствие“ 243
— трехокись, см. Мышьяковистый ангидрид
— треххлористый 231, 238
— — — токсичность для кошек (табл.) 239
Мышьяковистокислый кальций (и свинец) 697, 805
— натрий 805
Мышьяковистые соединения в борьбе с вредителями 697, 702, 708
Мышьяковистый ангидрид 231, 239
— — — действие на растения (табл.) 711
— — — правила применения в производстве 240 сл.
— — — профилактика 240
— — — терапия 242
— — — явления отравления 239, 240
— водород 120, 230, 231, 257, 313, 330, 338, 684, 745, 772, 791, 792
— — — возможности отравления 231
— — — индикация 236
— — — механизм токсического дейст. 232
— — — определение 236
— — — острое отравление 232
— — — профилактика 236
— — — терапия 236
— — — токсичность для кошек (табл.) 233
— — — для морских свинок (табл.) 234
— — — для мышей (табл.) 233
— — — для человека (табл.) 235
— — — хроническое отравление 235
— кобальт 338
Ni-Stoff 672
Накидки, см. Капюшоны
Напильники, производство, охрана труда 325
Наркоз 111, 717 сл.
— веселящим газом 209, 210
— оглушающий 429, 430
— переносимая стадия 112
— стадии 111
— стадия возбуждения 111
Наркозы комбинированные (газами) 719
Наркотики 113
— действие на растения (табл.) 711
— дым 652
— ингаляционные, действие 110 сл.
— — — классификация 93
— — — комбинации с алкалоидами 611
— комбинированные отравления 611
— летучие 724
— раздражающее действие 116
— фармакологическая эффективность 112
— химическое строение и фармакологическое действие 113
Наркотил 418
Наркотические растения 723
Наркотическое действие, теория 114
Нарцилен 718
Нарывные газы 95, 743, 749
Натрий-бихромат 332
Нафталин 375, 393, 696, 702, 806
— в борьбе с вредителями 696
Нафеновые кислоты 344
Нафены 344, 370, 660
β-Нафтиламин 590
α-Нафтилдихлорарсин 676
β-Нафтол 590
Нашатырный спирт 202, 806
Нашатырь 806
Невдыхаемые газы 95
Нефть 342, 346, 353, 613, 659, 661
— — — возможности отравления 346
— — — классификация 344
— — — и нефтяные продукты 342, 659
— — — пары, острое отравление 354
— — — характер токсического действия 353
— — — хроническое отравление 354
— — — продукты перегонки 344
— — — содержание серы 344
Нефтяная промышленность, отравления в 628, 645
Нефтяные и газовые промысла, правила безопасности 347
— — — продукты, возможности отравления 346
— — — профилактика 347
— — — терапия 349
— — — токсическое действие 347
— — — смолы 344
Никель, карбонил 336, 745, 748, 749
Никотин 593, 594, 651, 806
— в табачной пыли 594
Никотинизм 594
Нитрилы 529 сл., 642
Нитритное действие 11², 214
Нитроанилин 585, 806 (технич.)
Нитробензол 564, 661, 792, 806 (технич.)
— — — минимальная воспринимаемая концентрация (табл.) 633
— — — отравление через кожу 667
— — — порог восприятия 632
Нитроглицерин 495, 643
Нитрозил хлористый 201, 221, 702
Нитрозные газы 213, 642, 643, 703, 739, 770, 776
— — — возможности отравления 213
— — — действие на животных (табл.) 215, 217
— — — на растения (табл.) 709
— — — на человека (табл.) 218
— — — индикация 219
— — — комбинированные отравления 612
— — — определение 220
— — — острое отравление 215
— — — профилактика 219
— — — теория действия яда 214
— — — терапия 219
— — — типы отравлений 215
— — — хроническое отравление 217, 218
Нитроклетчатки 643
Нитрокислоты 574
Нитролаки 659
α-Нитрофталин 579

Нитропентан 554
 Нитросоединения алифатические 550
 — ароматические 555
 — диагностика 556
 — теория токсического действия 556
 — терапия 557
 — токсическое действие 555
 — явления отравления 555
 Нитротолуолы 571
 p-Нитрофенетол 796
 p-Нитрофенилдихлорарсин 676
 Нитрофенолы 574
 p-Нитрохлорбензол 796
 Нитрохлороформ, см. Хлорникрин
 Нитроцеллюлоза, растворители для 659
 Нитроэтан 553
 Нонан 339, 345
 Нюхательные средства 728

 Обезьяны в качестве опытных животных 125
 ОВ боевые 671 сл.
 — важнейшие (табл.) 671
 — действия на растения, 708 (табл.) 709—715
 — классификация 673 сл.
 — стойкость 674
 — токсическое действие (таблица Хлопина) 675
 — требования к 674
 — условные названия (табл.) 672
 — фармакологическое действие 675
 Оглушающий наркоз 429, 430
 Огнетушение, пенообразующие вещества 656
 Огнетушители, системы 656
 Огнетушительные средства 619, 656, 657
 — комбинированные отравления при применении 619
 Оживление 730
 Озон 144, 792
 — острое отравление 144
 — хроническое отравление 145
 — применение для устранения дурных запахов 629
 Озонизация помещений 629
 Озонирование (как средство для отбелики) 702
 Ойдал 697
 Окись магния 301; (реактив) 806
 — свинца (реактив) 806
 — углерода 259, 347, 615, 639, 642, 643, 647, 648, 649, 684, 696, 705, 706, 711, 724, 744, 745, 756, 776, 777, 791, 792
 — „апоплексические формы“ отравления 273
 — в борьбе с вредителями 696
 — возможности отравления 261—264
 — в выхлопных газах 639, 640
 — действие на растения 706, (табл.) 711
 — диагноз острого отравления 279
 — хронического отравления 277, 278
 — защита от нее путем катализа 776
 — индикация 281 сл.
 — комбинированные отравления 612, 614 сл.

Окись магния, начальные симптомы отравления 272
 — определение 281 сл.
 — острое отравление 269 сл.
 — атипичные формы 273
 — действие на кровообращ. 274
 — на обмен веществ 274
 — на органы дыхания 274
 — на периферическую нервную систему 274
 — на центральную нервную систему 273
 — последующие заболевания 273
 — терапия 279—280
 — через кожу 275
 — прогноз острого отравления 275
 — хронического отравления 278
 — профилактика 281
 — симптомы отравления 271 сл.
 — скорость выделения из крови (табл.) 268
 — смертельные концентрации для животных 270
 — содержание в воздухе, дыме и разных газах (табл.) 260
 — токсичность для животных (табл.) 270, 271
 — птиц (табл.) 269
 — человека (табл.) 276
 — хроническое отравление 277
 — терапия 281
 — отравление при различной степени аноксемии (табл.) 268
 — хлора 163
 — цинка, см. Цинк, окись
 — этилена, см. Этилена окись
 Окклюзия газов 22
 Оксалил хлористый 528
 Оксигемоглобин 117, 265, 556
 — в крови, диссоциационная кривая 59
 — превращение в метгемоглобин 118
 Октан 339, 341—343, 345
 — токсическое действие на животных (табл.) 341, 342, 343
 Окуривание, средства для 723
 Олеум 195
 Олефины 344, 355
 — наркотическое действие (табл.) 355
 Олово 313
 — органические соединения 314
 — триэтилacetат 315
 — хлорное 313
 — четыреххлористое 314, 652, 672, 808
 Оловянистый водород 313, 330
 — токсическое действие на животных (табл.) 313—314
 Опасит (SnCl_4) 672
 Опium, курение 652
 Органические кислоты 525
 Осмий, четырехокись (осмиевая кислота, надосмиевая кислота) 337
 — токсичность для человека (табл.) 337
 Отек гортани 105
 — легких 105, 741, 748, 749
 — лечение 741, 748, 749, 753, 754
 — „предсмертный“ 749
 — при отравлении фосгеном 748

Огравление „запаха и вкуса“ 297
 — острое, лечение газами 739 сл., 744, 750, 751
 Отравления комбинированные 611 сл.
 — в борьбе с вредителями 619
 — газами 611 сл.
 — от взрывов 617, 642
 — отвалов и шлаков 618
 — денатурированным спиртом 619
 — дымами и газами горения 617
 — дымом доменных печей 618
 — лечение, прогноз 649, 650
 — при распылении жидких раствори-
 телей 619
 — летящими газами 618
 — наркотиками 611
 — нитрозными газами и окисью угле-
 рода 612
 — огнегасительными средствами 619
 — окисью углерода и сероводородом
 612
 — при перегонке бурых углей 617
 — в производстве толя 617
 — в различных отраслях промышлен-
 ности 617, 618
 — распознавание 620
 — роль алкоголя 620
 — в сахарной промышленности 619
 — сероуглеродом и сероводородом
 612
 — синильной кислотой и окисью
 углерода 612
 — при сухой перегонке дерева 617
 — углекислотой и окисью углерода
 615
 — при электрической сварке 618
 — удушающими газами, лечение 724 сл.
 — хронические, исследование 129
 Отхожие места, газы 625
 Очаги заражения 678

Per-Stoff 503, 672

Палатинол 662

Палит 501, 672, 708

Папит 672

Парадихлорбензол в борьбе с вредите-
 лями 694

Паральдегид 516

— действие на растения (табл.) 712

Паранитроанилин, производство, пра-
 вила по охране труда 558 сл.

Парафины 339 сл., 344, 645, 761

Параформальдегид 513

Парацетат 659

Парацид 694

Паратимол 659

Парциальное давление 72

Пары 27

— абсорбция 27

— водяные 688

— давление 75

— действие на растения (табл.) 710

— давление 27

— насыщенные 27

— ненасыщенные 27

— растворимость 79

— свойства 78

Патроны фильтрующие нем. (табл.) 772

Патроны фильтрующие, поглотительная
 способность 773, 774, 775

— специальные 771

— универсальные 771

Пахучие вещества 621, 622

— минимальная воспринимаемая кон-
 центрация (табл.) 633

Пек каменноугольный 653, 654

— отравление при работе с ним
 654

Пенообразующие вещества 656

Пентакарбонид железа, см. Железо, кар-
 бонид

Пентахл, наркотическое действие 360

Пентаметилен 371

Пентахл 339, 341, 345

— токсичность для животных (табл.)
 341, 342, 343

Пентахлорэтан 408, 410, 439, 791

— токсичность для кошек (табл.) 440

Пентен, токсическое действие на мышей
 (табл.) 300—361

Пер, см. Перхлорэтилен 662

Перевод концентрации газа к нормаль-
 ному состоянию 33

Перегонка бурого угля, дурно пахну-
 щие газы 617, 628

— комбинированные отравления
 при 617

— сухая дерева, комбинированные от-
 равления при 617

Перекись диоксиэтила 476

— действие на собак (табл.) 476

— этила 476

Переливание крови 738, 749

Пересчет газовых объемов при измене-
 ниях давления и температуры 32

— концентраций газа 31 сл.

— данных в целых числах 32

— миллиграммов на литр в другие
 меры 31

— в миллиграммах на литр 31

Перманганат 334

Перна, см. Перхлорнафталин

Пернафтан 659

Перхлормеркаптан 481

Перхлорметилмеркаптан 481

Перхлорнафталин 454

Перхлорэтилен, см. Тетрахлорэтилен

Петрогол 662

Петролейный эфир 345, 347, 350

— действие на животных (табл.) 350

Петушья походка 335

Пивоваренные заводы, правила безо-
 пасности 291

Пиколит 592

Пикриновая желтуха 577

— кислота 577, 804

Пинен 597

Пинча газ 635

Пирантон 659, 662

Пиридин 375, 591

— действие на растения (табл.) 712

— порог восприятия 632, 633

Пиробензол 345, 806

Пироксилин 643

Пиролиз 645 сл.

Пищевые продукты, действие газов на
 700 сл.

Плавиковая кислота 170, 172, 721, 804
 Пленки фотографические, газы при
 воспламенении 643
 Плотность газов 22
 Пневматические камеры 606, 607
 Пневмококкозы 135
 Повреждения, вызываемые газами, изу-
 чение и оценка 121
 Подача первой помощи 725, 740
 Подводные лодки, воздух в них 682 сл.
 Пожарные маски 651
 Пожары, газы 645, 772
 — дым 648 сл.
 Полиметилены 344
 Полициетины 99
 Подводящий газ 261, 635
 Полумаски 781
 Помощь первая, подача 725, 740
 Порог восприятия некоторых газов и
 паров (табл.) 632
 Порох бездымный, газы при горении
 643
 Пот, запахи 622
 Потогонные средства 742, 751
 Предприятия по отбелке, окраске, на-
 бивке, печатанию и отделке тканей,
 правила устройства 562
 — промышленные, дурно пахнущие и
 зловонные газы 627
 Прение, запахи 623
 Приборы защитные 758 сл., 761 сл.
 — кругового действия 763
 — для присоединения фильтра к орга-
 нам дыхания 758, 781
 — типы 658 сл.
 Природный газ 260, 613, 635
 Проксиденовый прибор 764, 766
 Промышленные предприятия, правила
 об устройстве и содержании 788 сл.
 Пропадиен (аллен) 361, 362, 370
 Пропан 339
 Пропил хлористый 411, 440
 Пропилацетат 507, 792
 Пропилбензол 381
 Пропилен 355, 358, 718
 — действие в смеси с кислородом на
 животных (табл.) 358, 359
 — на человека 359
 Пропиловый спирт 458, 466, 664, 792,
 807
 — эфир 472
 — уксусной кислоты 507
 Пропициклопентан 371
n-Пропилэтилен 360
 Пропионитрил 643
 Проскок через фильтр 773
 Противогазовая защита 755 сл.
 Противогазы 757, 759, 768 сл.
 — правила пользования 783
 — развитие и усовершенствование 784
 — устройство 771
 Противохимическая защита 671
 Протоплазматические яды 119
 Протравливание семян, правила без-
 опасности 699
 Профилактика 754 сл.
 Псевдобутилен 791
 Псевдокумол 381
 Птицы в качестве опытных животных 125

Пуазейля закон 25
 Пульмотор Дрегера 733, 734 (в раз-
 личных производствах)
 Пчелиный воск, отравления при
 варке 601
 Пыль 181, 768, 780
 — вдыхание, астма 138
 — заболевания, вызываемые 130
 — физиологическое 130
 — взрывы 141
 — классификация 131 сл.
 — в воздухе городов 134
 — — деревень 134
 — на высоких горах 134
 — действие на растения (табл.) 712
 — животного происхождения 133
 — в жилых помещениях 134
 — заболевания, вызванные вдыханием
 135 сл.
 — защита от 139
 — известковая 138
 — инфекции после вдыхания 136
 — минеральные виды 132
 — органических соединений 132
 — разные виды, туберкулез легких
 в результате вдыхания 137, 138
 — распознавание и ход заболеваний,
 вызванных вдыханием пыли 136
 — растительного происхождения 133
 — связывание 139
 — собирание 140
 — содержащая окись углерода 264
 — табачная 593, 594, 791
 — технические пылевые смеси 134
 — угольная 138
 — уличная 133, 137
 — и заболевание туберкулезом 137
 — в фабричных помещениях, состав 134
 — фильтрующие приборы 780
 — химические виды 181, 132, (табл.) 712
 — цементная 138, 648
 — частицы, методы определения 35
 Пятихлористый этан, см. Пентахлорэтан
 Радий бромистый 338
 — сернокислый 338
 Радиоактивные вещества 338
 Разведение вдыхаемых газов 47
 Раздражающее дыхание средство 55
 Раздражающие вещества, непереноси-
 мые концентрации (табл.) 676
 — газы 93, 101, 748
 — абсорбция 110
 — действие 101 сл.
 — — зависимость от растворимо-
 сти 102
 — — длительные расстройства здоровья
 в результате действия 108
 — — избирательное действие 102
 — — лечение острых отравлений 739.
 — — фактор развития туберкулеза лег-
 ких 108
 Рак мочевого пузыря (анилиновый)
 585, 590
 Распределение газов в пространстве 29
 — коэффициент 78, 114
 — летучих веществ 81
 Растворимость газов в жидкостях 21, 76
 — коэффициент 77

- Растворимость паров 79
 Растворители для антикоррозионных покрытий 661
 — ацетицеллюлозы 660
 — время испарения (табл.) 664
 — для глубокой печати 660
 — с „двухфазной“ токсичностью 667
 — классификация по вредности 667
 — в кожаной и обувной промышленности 661
 — комбинированные отравления при применении 619
 — в лакокрасочной промышленности 660
 — летучесть (табл.) 664
 — для нитроцеллюлозы 659
 — органические 658, 772
 — острое отравление 665
 — отравление через кожу 666
 — в прачечных 661
 — предельная точка кипения (табл.) 664
 — предохранительные мероприятия 667
 — в предприятиях химической чистки 661
 — в промышленности искусственного волокна 661
 — разложение 663
 — в резиновой промышленности 661
 — регенерация и рекуперация 663, 668
 — хронические отравления 665, 666
 Растения, действие газов на 702 сл.
 — дыма на 703 сл.
 — химических веществ на (табл.) 709—715
 — защита от дыма и газов 716
 Растительные продукты, дурно пахнущие газы 629
 Расширение газов 19
 Рауля закон 80
 Рационит, см. Диметилсульфат
 Рвотный газ 552
 Реагирующие газы 81
 Реакция Дерна 576
 Регулирование дыхания 63
 Регуляторы ротационные 26
 Регуляция процессов горения в организме 49
 — дыхания с помощью углекислоты альвеол 63
 — — — щелочи крови 64
 — равновесия взаимодействием факторов 65
 — щелочности крови посредством pH 65
 Рекуперация растворителей 663, 668
 Рефлексы защитные 109
 Рефлекторно действующие средства 739
 Рефрактометрия 34
 Роданистый водород 173
 Ротанетр 24, 26
 Ртутные соли 306
 Ртуть 119, 304, 644, 745, 791, 792
 — алкильные соединения 312
 — возможности отравления 306
 — выделение из организма 307
 — гремучая 644
 — индикация 311
 — нитрофенольная, острое отравление 308
 — определение 311
 — органические соединения 312
 Ртуть, острое отравление 306, 308
 — пары 305, 644, 723, 745
 — — действие на растения (табл.) 712
 — — ядовитые концентрации 309
 — профилактика 310
 — соединения, отравление 723
 — теория токсического действия 306, 307
 — терапия 309
 — хроническое отравление 306, 308
 Рудничный газ 340, 615
 Рыбный запах 623
 Сажа, действие на растения (табл.) 712
 Санитарная инспекция, порядок работы 793, 794
 Сап 137
 Сахар, пирогенетическое разложение 646
 — карамелизация 646
 Сахарная промышленность, комбинированные отравления 619
 Сварка электрическая, комбинированные отравления 618
 Свеклосахарные заводы, правила безопасности 291
 Светильный газ 260, 634, 635, 705
 — — действие на растения 712
 — — отравление им 261
 — — состав 635
 Свинец 120, 315, 752, 791, 792
 — возможности отравления 315, 316
 — выделение из организма 318
 — кумулятивное действие 317
 — окись (реактив) 806
 — определение 325
 — острое отравление 316
 — правила безопасности 319 сл.
 — профилактика 319
 — симптомы отравления 317
 — соединения, в борьбе с вредителями 697
 — терапия 318
 — характер токсического действия 316
 — хроническое отравление 317
 — — — прогноз 318
 — — — рецидивы 318
 Свинцовые аккумуляторы, заводы, правила безопасности 322
 — краски, производство, правила безопасности 320 сл.
 — — удаление с металлической поверхности 328
 — подкладки при насечке напильников 325
 Секстат 510
 Секстол 456
 Селен, соединения, в качестве огнетушительных средств 656
 — — летучесть 174
 Селенистый водород 174, 199
 Сено, запах, отравление 622
 Сера 806
 — окислы 174
 — хлористая 174, 197, 671, 808
 Сердце, массаж 735, 736
 Серная кислота 195, 687, 703, 704, 806
 — — дымящая 195
 — производство, правила безопасности 168, 169

Сернистые соединения, летучесть 174
 Сернистый ангидрид (сернистый газ)
 174, 186, 644, 668, 685, 686, 700, 702,
 703, 704, 705, 723, 772, 774, 775, 776,
 779, 790, 791, 792
 — влияние на туберкулез 190
 — действие на животных (табл.) 188
 — на пищевые продукты 700
 — на растения (табл.) 712
 — на человека (табл.) 189, 602
 — жидкий в качестве огнетушитель-
 ного средства 656
 — индикация 193, 194
 — как лечебное средство 721
 — меры защиты 191
 — механизм действия яда 187
 — определение 194
 — острое отравление 187
 — применение для борьбы с вреди-
 телями 685, 686
 — содержание в отходящих газах
 (табл.) 704
 — токсичность для растений (табл.)
 705
 — хроническое отравление 190
 Серный ангидрид 195, 644, 684, 703, 704
 — действие на растения (табл.) 712
 — содержание в отходящих газах
 (табл.) 705
 Серный эфир, производство, правила
 безопасности 466
 Сероводород 174, 175, 602, 613—614,
 642, 644, 651, 721, 722, 724, 745, 772,
 774, 775, 791, 792
 — действие на животных (табл.) 178
 — на растения (табл.) 712
 — индикация 184
 — комбинированные отравления 612, 613
 — острое отравление 177
 — осязаемость запаха (табл.) 179
 — порог восприятия 632
 — „привыкание“ к запаху 182
 — теория токсического действия 176
 — терапия 183
 — токсичность для человека (табл.) 182
 — характер токсического действия 176
 — хроническое отравление 182
 Сероокись углерода 400
 Сероуглерод 400, 401, 659, 661, 693, 791,
 792, 806
 — в борьбе с вредителями 693
 — возможности отравления 402
 — действие на кошек (табл.) 403
 — на кроликов и кошек, сравни-
 тельное (табл.) 403
 — на пищевые продукты 700
 — различных концентраций на чело-
 века (табл.) 404
 — индивидуальная чувствительность
 к 404
 — комбинированные отравления 612
 — определение 406
 — острое отравление 402
 — повышенная чувствительность к 404
 — „привыкание“ к 404
 — профилактика 406
 — свойства 402
 — терапия 406
 — токсичность для человека 404

Сероуглерод, хроническое отравление
 404, 405
 Сероуглеродная истерия 405
 Сжатые газы 669
 Сжатый воздух 607, 755
 Сжижение газов 20
 Сжиженные газы 669
 Сибирская язва, легочная форма 137
 Сивушное масло 468
 Сидероз 136
 Силикагель 771
 Силикоз 135
 Силовые газы, см. Генераторный газ
 Сименса газ 635
 Синильная кислота 128, 174, 530, (табл.)
 546, 602, 643, 671, 672, 686, 691,
 700, 701, 707, 708, 724, 745, 774, 775,
 776, 779, см. также Цианистый водород
 — абсорбция строительными мате-
 риалами и красками для стен (табл.)
 689
 — адсорбция и отдача строительными
 материалами (табл.) 692
 — благоприятное действие на расте-
 ния 708
 — в борьбе с вредителями 686 сл.,
 691
 — — — — — недостатки и преимуще-
 ства 687
 — газация теплиц 688
 — действие на пищевые продукты
 701, 702
 — на растения (табл.) 713
 — комбинированные отравления 612
 — концентрации, обычно употребляю-
 щиеся (табл.) 689
 — концентрации и экспозиция для
 уничтожения вредителей (табл.) 691
 — правила проветривания после га-
 зации 690, 693
 — способы газации 687, 688
 — стимуляция роста и созревания
 701, 702
 — устойчивость citrusовых деревьев
 к 707
 Синергизм 611
 Синий крест 252, 672, см. также Дифе-
 нилхлорарсин
 — группа ОБ 673
 Скаты, минимальная воспринимаемая
 концентрация 632
 Скипидар 597, 647, 658, 659, 660, 661, 791
 — действие на растения (табл.) 713
 — заменители его 346, 658
 Скололанин 611
 Скорость движения газов, измерение 24
 Сыры́й период (при острых отравле-
 ниях) 745
 Слезоточивые вещества, минимальные
 концентрации 676
 — газы 95
 Смазочные масла 345
 Смерть мнимая 725
 — от отравления удушающими газами 725
 Смеси различных газов 611
 Смешанный крест 674
 Смешиваемость газов 20
 Смола 653
 — каменноугольная 807

- Смола, комбинированные отравления 615
 Сморгчи 601
 Собаки в качестве опытных животных 125
 Совпреп 795
 Сода 656, 757, 807
 Соединительные части (защитных аппаратов) 761
 Солактон 662
 Солестины 417, 418
 Соли минеральные, производство, правила безопасности 169, 172
 Сольвенол 662
 Сольвент-нафта 376, 382, 384, 385, 659, 660, 803
 Сольфатары 612
 Соляная кислота 147, 164, 703, 723, 774, 779, 795
 — действие на растения (табл.) 713
 — производство, правила безопасности 168
 Соляровые масла 344
 Основные масла 659
 Спирт аллиловый, см. Аллиловый спирт
 — амиловый, см. Амиловый спирт
 — бензиловый, см. Бензиловый спирт
 — бутиловый, см. Бутиловый спирт
 — денатурированный, см. Денатурированный спирт
 — древесный, см. Древесный спирт
 — изоамиловый, см. Изоамиловый спирт
 — изобутиловый, см. Изобутиловый спирт
 — метиловый, см. Метиловый спирт
 — пропиловый, см. Пропиловый спирт
 — ректификация, правила безопасности 466
 — этиловый, см. Этиловый спирт
 Спирты жирного ряда 457, 470
 — — — пиролиз 645
 — — — растворимость (табл.) 458
 — — — сравнительное наркотическое действие (табл.) 458
 Стадии наркоза 111
 Стационарный воздух 58
 Стекольные заводы, правила безопасности 172, 242, 311
 Степень насыщения отдельных органов или тканей газами 84
 Стернит 672
 Стибины органические 256
 Стойкость боевых ОВ 674
 Стоматит ртути 308
 Сублимоформ 306
 Сульфогемоглобин 177
 Сульфометгемоглобин 177
 Сульфурил хлористый 675
 Суперпалит 503
 Сурьма 256, 618, 807
 — органические соединения 258
 — треххлористая 258
 Сурьмянистый водород 256, 687, 689
 — острое отравление 257
 — токсическое действие на мышей (табл.) 257
 Сурьмпалит (дифосген, сюрпалит) 503, 672
 Т-газ 695
 T-Stoff 672
 Табакос 186
 Табачная пыль 593, 594, 791, 792
 Табачные фабрики, правила по устройству и содержанию 594
 Табачный дым 651 сл., 723
 — уничтожение 630
 Тамазол I, см. Изобутилацетат
 Текстильное производство, правила безопасности при работе на опальных машинах 687
 — — — отбелке товара 191
 Теллур, двуокись 175, 200
 — соединения, летучесть 175
 Теллуристый водород 175, 200
 Теплицы, газация синильной кислотой 688
 Терапия ингаляционная 719
 — кислотная 721
 — лигносульфитная 190
 Терпены 344, 597, 622
 — токсическое действие (табл.) 598
 Терпентинное масло 597
 Тетра, см. Четыреххлористый углерод
 Тетрабромэтан 411, 438
 — как огнетушительное средство 656
 — токсическое действие на собак (табл.) 439
 Тетрагидробензол 373
 Тетралин (тетрагидронафталин) 394, 659, 662
 Тетраметилолово 314
 Тетраметилсвинец 329
 Титранитрометан 551
 Титранитрометиланлиин 586
 Тетрахлорэтан 408, 410, 411, 436, 439, 662, 791
 — заболевание печени при отравлении 665
 — как огнетушительное средство 656
 — острое отравление 436
 — токсическое действие на кошек (табл.) 437
 — хроническое отравление 437
 — термическое разложение 657
 Тетрахлорэтилен 410, 411, 447, 792
 — в качестве огнетушительного средства 656
 — токсическое действие для кошек (табл.) 447
 Тетразилолово 315
 Тетразилсвинец 327 сл.
 Тетрил 586
 Тиоантин 306, 308
 Тиодигликоль хлористый, см. Дихлордиглисульфид
 Тиоспирты 480
 Тиофан 344
 Тиофен 344, 375, 400, 407, 646
 Тиофосген 671, 672
 Тиоэфиры 480, 646
 Типографии, охрана труда 324
 Титан четыреххлористый 330, 672, 680
 Ткани, давление газов в 87
 Тление, запахи 623
 Токсикология общая ядовитых газов 96
 — спертальная 142
 Токсические газы 95
 Токсическое действие газов и паров (табл.) 602
 Токсичность двухфазная 129

Толуидины 587, 590, 807, 808
m-Толуилендиамин 588, 589
p-Толуилендиамин 589
 Толуол каменноугольный 375, 381, 659, 661, 664, 776, 792, 804
 — нефтяной 345
 — очищенный 376
 — чистый 376
 Толуол-мускус, минимальная воспринимаемая концентрация 632
 Торий, эманация 338
 Торфяной газ, состав 635
 Травы противоастматические, дым 652
 Трихлористый вод 163
 — мышьяк 675
 Трихлористый этилен, см. Трихлорэтан
 Три, см. Трихлорэтан
 Трикрезофосфат 619
 Триметиламин, минимальная воспринимаемая концентрация 632
 Триметилбензол 381
 Триметилен 370
 Триметилсвинец хлористый 329
 Триметилстибин 259
 Триметилен 360
 Три-наркомания 446
 Тринитроанизол 578
 Тринитробензол 570
m-Тринитроксид 574
 Тринитротолуол 572
 — реакция Вебстера 573
 — токсическое действие 572, 573
 Тринитрофенол 577
 Триоллин 643
 Триолит, правила безопасности при работе 563
 Трихлорметилловый эфир хлормуравьиной кислоты см. Дифосген
 Трихлорметилхлормеркаптан 671
 Трихлорнитрометан, см. Хлорпикрин
 β - β' -Трихлорвиниларсин 247, 250
 Трихлорэтан 408, 410, 411, 435
 — токсичность для мышей (табл.) 436
 Трихлорэтилен 410, 411, 444, 662, 792
 — в качестве огнетушительного средства 656
 — комбинированное отравление 619
 — острое отравление 444, 446
 — термическое разложение 657
 — токсическое действие на животных (табл.) 444—445
 — хроническое отравление 446
 Трихлорэтилмеркаптан 675
 Трихлорэтиловый эфир хлормуравьиной кислоты 675
 Триэтин 662
 Триэтилсвинец уксуснокислый 329
 — хлористый 329
 Триэтилстибин 259
 Трупные газы 624
 Тряпичников болезнь 137
 Туберкулез легких, влияние сернистого газа на 190
 — в результате вдыхания пыли 137, 138
 — — — раздражающих газов 108
 — — — отравления боевыми газами 681

Туннели, отравление паровозным дымом 648
 Туманы 28, 779
 — отравление 610
 — частицы, методы определения 35
 Уайт-спирит 345, 792, 804
 Уборные, газы 625
 Углеводородное хроническое отравление 115
 Углеводороды ароматические 344, 375
 — в борьбе с вредителями 696
 — — возможности отравления 377
 — — выделение из организма 389
 — — действие на растения (табл.) 713
 — — на человека (табл.) 386
 — — определение 391
 — — острое отравление 379 сл.
 — — профилактика 389
 — — сравнительная токсичность 378
 — — терапия 391
 — — токсичность для мышей (табл.) 381
 — — характер токсического действия 377
 — — хроническое отравление 387
 — галондозамещенные ароматического ряда 449
 — — жирного ряда 408 сл., 792
 — нафеновые 344
 — непредельные алифатические (из нефти) 360—361
 — непредельные ацилиенового ряда 365, 795
 — — этиленового ряда 355
 — парафинового ряда 339
 — — теория токсического действия 339
 — — — характер токсического действия 339
 — хлорированные, жирного ряда 659, 660
 — — разложение 663
 Углеводы, пирогенетическое разложение 646
 Углекислота 259, 287, 622, 623, 636, 642, 647, 649, 651, 656, 669, 683, 696, 721, 722, 736, 737, 761, 764, 808
 — возможности отравления 287
 — как возбуждающее дыхание средство 53—56
 — действие на растения (табл.) 713
 — добавление к кислороду при оживлении 736, 737
 — индивидуальная восприимчивость к 290
 — индификация 292
 — комбинированные отравления 615
 — как лечебное средство 721
 — обеспечение снабжения кислородом с помощью 58
 — определение 292
 — острое отравление 288 сл.
 — — — последующие заболевания 290
 — перенос в крови 60, 61
 — понижение индивидуальной чувствительности к 290
 — правила безопасности 291
 — как регулятор дыхания 51
 — резерв 52
 — резорбция через кожу 289

- Углекислота, симптомы отравления 289
- как средство для тушения огня 656
- терапия 291
- токсичность для человека (табл.) 290, 602
- Углекислые ванны, действие 290, 722
- Углекислый газ, см. Углекислота
- Углерод, двуокись, см. Углекислота
- окись, см. Окись углерода
- сероокись 400
- хлорокись, см. Фосген
- четыреххлористый, см. Четыреххлористый углерод
- Уголь активный 668, 767, 771, 773, 776
- Угольная пыль 138
- Угольный чад 648
- Удельный вес газов 22
- объем газов 23
- Удушливые газы 93, 96, 724
- — подгруппы 100
- — простые 100
- — химически действующие 101
- Удушье 96
- симптомы 97
- Уксусная кислота 526, 804, 805
- — *n*-бутиловый эфир 504
- — действие на растения (табл.) 713
- — таблица свойств важнейших эфиров 502
- — эфиры 504
- Уксусноамиловый эфир 659, 664
- Уксуснобензиловый эфир 659
- ксуснобутиловый эфир 504, 659, 664
- Уксусноглицерольный эфир 666
- Уксусноизоамиловый эфир 504
- Уксусноизобутиловый эфир 504, 664
- Уксусноизопропиловый эфир 504, 664
- Уксуснометиловый эфир 504, 659, 664
- Уксуснопропиловый эфир 504, 664
- Уксусноэтиловый эфир 504, 664, 808
- Уксусный ангидрид 526
- эфир 506
- Уличная пыль 133, 137
- Универсальные фильтрующие патроны 771
- Универсальный фильтр 772
- Упругость газов 20
- Установка для динамической затравки для паров и смеси газов 124
- F-Stoff 672
- Фактор обезвреживания 128
- Фарфоро-фаянсовое производство, опасность труда 824
- Фенантрин 375
- Фенарсазингидрохлорид 671, 672
- Фенарсазинхлорид, см. Адамсит
- Фенацетин 796
- Фенацилхлорид 524
- Фениларсин 247
- Фениларсинимид 247
- Фениларсиноксид 247
- β -Фенилгидроксинамин 556
- Фенилдихлорарсин 247, 676
- β -Фенилдихлоркарбиламин 676
- Фенилдихлорстибн 259
- ρ -Фенилендиамин 588, 589, 808
- Фенилизонитрил 546
- хлористый 550
- Фенилкарбиламиндихлорид 676
- Фенилкарбиламинхлорид 550, 671
- Фенол 375, 455, 800, 808
- минимальная воспринимаемая концентрация 633
- порог восприятия 632
- Фенолы 444, 455, 616, 647, 648, 659, 663
- в борьбе с вредителями 696
- действие на растения (табл.) 713
- Фенхен 597
- Фетровые изделия, правила безопасности 310
- Физиологическая регуляция, основы 66
- Физиология дыхания, числовые данные 87
- Фильтр универсальный 772
- Фильтрующие патроны 771
- приборы 759, 760, 768
- — против пыли 780
- — туманов и дымов 779
- Флит 696
- Флуороз 172
- Формалин 513, 792
- Формальдегид 513, 645, 646, 792
- в борьбе с вредителями 696
- действие на растения (табл.) 713
- образование из смеси эфира с воздухом 477
- — при уничтожении табачного дыма 630
- токсическое действие 513, (табл.) 514
- Формозол, см. Этиловый эфир муравьиной кислоты
- Формол 513
- Фосген 126, 127, 128, 259, 292, 528, 602, 618, 619, 657, 663, 671, 672, 673, 677, 739, 774, 775, 779, 792
- возможности отравления 293
- защита 298
- индикация 298
- механизм токсического действия 293 сл.
- образование при разложении растворителей 663
- — — — — четыреххлористого углерода 657
- одышка при отравлении 296, 297
- определение 299
- „отравление запаха и вкуса“ 297
- прогноз отравления 297
- раздражающее действие на человека (табл.) 297
- терапия 298
- токсичность для животных (табл.) 296
- — — — — человека (табл.) 298, 602
- характер токсического действия 293
- явления отравления 295 сл.
- Фосфины 745
- Фосфор 120, 223, 745, 808
- желтый 222
- пятихлористый 222, 229
- в спичечном производстве 223, 224
- трехсернистый 223, 230
- треххлористый 222, 228
- хлорокись 222, 230
- хроническое отравление 223
- Фосфористый водород 222, 223, 602, 632, 745, 772, 774

Фосфористый водород, действие на человека (табл.) 227
 — острое отравление 226
 — токсичность для животных (табл.) 227
 — порог восприятия 632
 Фосфорные челюсти 224
 Фруктовый аромат, отравления 622
 Фрукты, душистые вещества в 622
 — ускорение созревания 701, 702
 Фталевая кислота, эфир 662
 Фтор, соли 797
 Фтористоводородная кислота 170, 172, 721, 805
 Фтористый аммоний 171
 — бериллий 797
 — водород 170, 703, 792, 797
 — действие на растения (табл.) 714
 — острое отравление 171
 — правила безопасности 172
 — хроническое отравление 171
 — кремний 172, 300, 797
 — натрий 797
 Фузариол 306
 Фумаролы 612
 Фунголит 306
 Фуран 400
 Фузол 519
 Фурфурол 519, 646, 647
 Халикоз 135
 Хвойные растения, чувствительность к дыму 703
 Химическая война 677
 — на море 681
 — промышленность, комбинированные отравления в 616, 617, 618
 Химические производства, дурно пахнущие газы 627
 Хинолины 344
 Хинон, действие на растения (табл.) 714
 Хинондиимины 589
 Хлор 146, 602, 672, 676, 677, 678, 684, 696, 702, 703, 721, 722, 739, 774, 776, 791, 792, 808
 — для беления муки 702
 — в борьбе с вредителями 696
 — двуокись 164
 — действие на растения (табл.) 714
 — на человека (табл.) 150, 602
 — жидкий, правила применения стальных бочек 155
 — — хранения 153
 — индикация 157, (табл.) 158
 — в качестве боевого ОВ 148
 — — лечебного средства 721
 — количественное определение 158
 — окись 163
 — острое отравление 147
 — понижение чувствительности к 149
 — производство, правила безопасности 151 сл.
 — работоспособность человека в атмосфере хлора 150
 — теория действия 147
 — терапия 150
 — на текстильных фабриках, правила безопасности 156
 — токсичность для людей (табл.) 150

Хлор хроническое отравление 149
 Хлорагидриды кислот 527
 Хлоранилин 585, 590
 Хлорацетон 522, 671, 676
 Хлорацетофенон 524, 671, 672
 Хлорбензол 449, 659, 808
 — токсическое действие на кошек (табл.) 449
 Хлорвиниларсин, см. Люнзит
 β-Хлорвинилдихлорарсин 246, 250, 671
 Хлординитробензол 570
 Хлориден 446
 Хлорированные метиловые эфиры муравьиной кислоты 676
 Хлористая сера 174, 671, 808
 Хлористый ацетил 528
 — бензаль 453
 — бензил 450, 792
 — бензилиден 453
 — бензонил 528, 676
 — винил, см. Трихлорэтан
 — водород 147, 164, 602, 703, 721, 772, 774, 776, 792
 — действие на растения (табл.) 168715,
 — — на человека 602
 — индикация 170
 — острое отравление 165
 — работоспособность в воздухе, содержащем хлористый водород (табл.) 167
 — токсичность для человека (табл.) 167
 — хроническое отравление 166
 — изобутил 441
 — метил 408, 412, 661, 668, 792
 — острое отравление 412
 — токсическое действие на собак (табл.) 412
 — хроническое действие на животных (табл.) 413
 — хроническое отравление 413
 — метилен 408, 409, 411, 417, 664
 — токсическое действие на животных (табл.) 418
 — нитрозил 221
 — оксалил 528
 — пропил 411, 440
 — токсическое действие на мышей (табл.) 412
 — сульфурил 675
 — тиодигликоль, см. Дихлордистилсульфид
 — тионил 174, 198
 — фенилкарбиламин 550
 — хромил 675
 — цинк 303, 680
 — этил (хлорэтил) 411, 428, 440, 668, 717, 718
 — наркотическое действие на человека (табл.) 429
 — этилен (дихлорэтан) 408, 411, 432, 664, 792, 795
 — токсичность для мышей (табл.) 432
 — этилиден (α-дихлорэтан) 408, 410, 411, 434
 — токсичность для мышей (табл.) 435
 Хлорметиловый эфир хлормуравьиной кислоты 501

- Хлормуравьиная кислота, трихлорметиловый эфир 671
 — эфир 500 сл.
 Хлорная вода 148
 — известь 157, 804; как дегазатор 743
 — правила безопасности на бумажных фабриках 157
 Хлорнитробензолы 566
 Хлорное акне 149
 Хлорное олово 313
 Хлорные ванны 722
 Хлорокись углерода, см. Фосген
 — фосфора 222, 230
 Хлоропреп 795
 Хлороформ 408, 409, 410, 411, 418, 619, 717, 718, 722, 792
 — вредность действия 717
 — выделение из организма 422
 — действие на растения (табл.) 715
 — на человека 602, 717
 — наркоз 421
 — определение 422
 — острое отравление у животных 419
 — у человека 421
 — пары, токсичность для человека (табл.) 422
 — последствие 421
 — применение в медицине 717, 718
 — стимулирование роста растений и ускорение срока вызревания плодов 708
 — терапия 422
 — хроническое отравл. у животных 420
 — у человека 422
 Хлороформизм 422
 Хлорофоры, действие на растения (табл.) 715
 Хлорпикрин 551, 671, 672, 673, 675, 676, 677, 708, 774, 775, 808
 — в борьбе с вредителями 553, 694
 — дегазация 553
 — действие на животных (табл.) 552
 — применение в качестве боевого ОВ 552
 Хлорсульфоновая кислота 652, 805
 — метиловый эфир 492, 671, 675, 676
 — этиловый эфир 492, 671, 675, 676
 Хлортолуидины 587
 Хлоругольная кислота, см. Хлормуравьиная кислота
 Хлорфенол 456
 Хлорциан 174, 542, 546, 672, 676
 Хмель, заболевание теревильщиков 601
 Холодильная промышленность, газы в 668
 Холодильные установки аммиачные, меры безопасности 669
 — устройства, правила безопасности 191
 Хрен, отравление эфирными маслами 549, 622
 Хром 331
 — определение 334
 Хроматы, токсичность 332
 Хромовая кислота 331
 Хромовые соли, производство, правила безопасности 332 сл.
 Хромовый ангидрид 792
 Хронические отравления, исследование 129
 C-Stoff 501, 672
 C. A.-Stoff 672
 C. G.-Stoff 672
 C. N.-Stoff 672
 Цветочные запахи, отравление 622
 Целлоксольв 479, 662, 792
 Целлулоид 642, 659
 Цементная пыль 648
 Циан 529, 643
 — галогенные соединения 529
 Цианамид 529, 547, 808
 Цианатор (цианофумор) 687
 Цианистые соединения 529, 642, 643
 — эфир муравьиной кислоты 529
 Цианистый водород 529, 530, 545, 643, 791, 792 см. также Синильная кислота
 — в борьбе с вредителями сельского хозяйства 533
 — влияние концентрации (табл.) 534
 — защита 538
 — идиосинкразия 535
 — индикация 538
 — меха из токсического действия 530
 — начальная стадия отравления 533
 — определение 539
 — острое отравление, диагноз 537
 — у животных 531 сл.
 — у человека 533
 — отравление через кожу 535, 536
 — получение 530
 — понижение индивидуальной чувствительности 535
 — свойства 530
 — стадии отравления 534
 — терапия 537
 — токсичность (табл.) 535
 — характер токсического действия 530
 — хроническое отравление 537
 Цианметгемоглобин 531
 Цианогазовый метод (газации) 688
 Цианоз 556, 748
 — серый 741
 Циклит 452
 Циклогексадиен 374
 Циклогексан 372, 374
 — токсическое действие (табл.) 372
 Циклогексанола (гексалин) 456, 659, 660, 662, 664
 Циклогексанолацетат 660, 792
 Циклогексаноловый (гексалиновый) эфир муравьиной кислоты 500, 659
 — уксусной кислоты 502, 510, 660, 664, 792
 Циклогексанон 662, 664
 Циклогексен 373, 374
 Циклогексиналформат 500
 Циклон 536, 545, 546, 687
 — А 687; — В 687, 772
 Циклоолефины 344, 370
 Циклопарафины 370
 Циклопентадиен 373
 Циклопентадиен 371
 Циклопропан 370
 Цинк, окись 301, 648, 792
 — пары 618, 745
 — явления отравления 302
 — соединения 303

- Цинк хлористый 303, 680
 Цитрусовые деревья, устойчивость про-
 тив сцилловой кислоты 707
 Часы газовые 26
 Чейн-Стокса дыхание 51
 Четырехбромистый ацетилен 438
 Четыреххлористое олово 314, 652, 672,
 808
 Четыреххлористый ацетилен 436
 — кремний 300, 652, 680, 684
 — углерод 408, 409, 410, 411, 424, 662,
 774, 775, 779, 792, 808
 — в борьбе с вредителями 693
 — действие на пищевые продукты 700
 — в качестве огнетушительного сред-
 ства 656, 657
 — острое отравление 424
 — — токсичность для мышей, ко-
 шек и собак (табл.) 424—426
 — — для человека (табл.) 427, 602
 — хроническое отравление 426
 — термическое разложение 656, 657
 — титан 330, 672, 680
 Чихательные газы 95
 Шахты, вентиляция 616
 — взрывы 616
 — недостаток кислорода 616
 Швейнфуртская зелень 619, 697, 808
 Шеллтокс 696
 Шлаковые газы, комбинированные от-
 равления 618
 Шланговые приборы (маски) 759, 766
 — со всасыванием свежего воздуха
 766
 — с инжектором 766
 — с нагнетанием свежего воздуха
 766
 Шлюзовые помещения (с перепадом
 воздушного давления) 608
 Шнеебергская легочная болезнь 338
 Шок 747
 — обратный 739
 Шпалопропиточные заводы, правила
 безопасности 563
 Щавелевая кислота 527, 805
 — нитрил 541
 Щелочная пыль, действие на растения
 (табл.) 712
 Щелочность крови 47
 Щелочный резерв 62
 Эклатин 697
 Эластичность и соотношение давления
 в легком 92
 Элозал 697
 Эмболия газовая 607
 Энергия расход 47, 48
 — и объем дыхания 47, 48
 Энодин 472
 Этан 339, 646
 — моногалогенные производные 428
 Этанезал 477
 Этил бромистый (бромэтил) 411, 429,
 441, 656, 717, 718
 — иодистый 431, 656
 — перекись 476
 Этил хлористый 411, 428, 440, 661, 668,
 717, 718
 Этиларсинноксид 246, 676
 Этилацетат 506, 792
 Этилбензол 381
 Этилбутилкарбонат 664
 Этилгазион 327, 328
 Этилглицоль (моноэтиловый эфир эти-
 лглицоля) 479, 664
 Этилдихлормарсин 246, 672
 Этилдихлорарсин 246, 671, 672, 676
 — действие на животных (табл.) 249
 — на человека (табл.) 249
 Этилен 355, 356, 646, 718
 — бромистый 411, 433, 656, 657
 — двухлористый 411, 442
 — индикация 357
 — наркотическое действие 356, 717, 718
 — окись 395, 695, 745, 792
 — действие на животных (табл.) 396,
 397
 — — на пищевые продукты 701
 — — на растения (табл.) 715
 — — на человека 602
 — определение 399
 — способность к абсорбции 695
 — для ускорения созревания фрук-
 тов 702
 — определение 358
 — токсическое действие на человека
 (табл.) 357
 — хлористый 408, 411, 432, 664, 791
 Этиленглицоль, моноэтиловый эфир 479
 Этиленмеркаптан 795
 Этиленхлоргидрин 470, 659, 745
 — действие паров на животных (табл.)
 471
 Этилиден хлористый 408, 410, 411, 434
 Этилизонитрил 546, 547
 Этилмеркаптан 477, 480
 Этилметилкетон 477
 Этилнитрат 496
 Этилнитрит 493
 Этиловый спирт 458, 463, 646, 659, 660,
 664, 722, 723, 792, 795, 807
 — действие паров на крыс и мор-
 ских свинок (табл.) 464
 — — на человека (табл.) 465
 — — на растения (табл.) 715
 — минимальная воспринимаемая кон-
 центрация 633
 — теория токсического действия 463
 — эфир, см. Эфир этиловый
 — ацетилглицоловой кислоты 64
 — бромуксусной кислоты 511, 676
 — подуксусной кислоты 512, 671, 676
 — молочной кислоты 662, 664
 — муравьиной кислоты 497
 — уксусной кислоты 506
 — хлормуравьиной кислоты 501, 675,
 676
 — хлорсульфоновой кислоты 492, 671,
 675, 676
 — цианмуравьиной кислоты 545
 — этилглицоловой кислоты 659
 Этилфлюид 327
 Этилформат 497
 — действие на животных (табл.) 498
 Этилхлорсульфат 492

Этилциклогексан 374
 Этилциклопентан 371
 Этикс 695
 Эфир метиловый, см. Метиловый эфир
 — пропиловый, см. Пропиловый эфир
 — серный, см. Эфир этиловый
 — производство, правила безопасности 466
 — уксусный 506
 — этиловый 472, 473, 478, 646, 664, 718, 723, 792
 — выделение 476
 — действие на растения (табл.) 715
 — в качестве анестезирующего средства 717
 — комбинации с нелетучими наркотиками 718
 — как наркотическое средство 475
 — неочищенный, примеси 476
 — острое отравление 474
 — порог восприятия 632
 — последствия тяжелых отравлений 475
 — примеси, действие на собак (табл.) 477
 — токсическое действие на животных (табл.) 474—475

Эфир этиловый, хроническое отравление 475
 — — — симптомы 475
 — — — явления отравления 475
 Эфирные масла 622, 721, 722
 — действие на растения (табл.) 715
 Эфиромания 475
 Эфиры бромуксусной кислоты 511, 671
 — жирного ряда 472
 — — — монохлорпроизводных, действие на растения (табл.) 715
 — муравьиной кислоты 496, 529, 682, 676
 — неопределенные 478
 — действие на мышей 478
 — неопределенных спиртов 472
 — сложные 488
 — — — моногалогензамещенных жирных кислот, действие на растения (табл.) 715
 — уксусной кислоты (табл.) 504
 — фталевой кислоты 662
 — хлормуравьиной кислоты 500

Ядра конденсации 28
 Яды кровяные 744
 — протоплазматические 119

Отв. редактор *А. Д. Малкин.*

Техн. редактор *П. В. Погудкин.*

Сдано в набор 31/VIII 1936 г.

Подписано к печати 28/VIII 1938 г.

Формат 72×105¹/₁₆.

Тираж 4000 экз.

Печ. л. 53 и 10 вклеек.

Бум. л. 26¹/₂.

Учетно-авт. л. 81,5.

Тип. зн. в 1 бум. л. 114912.

РХЛ № 891.

Дог. № 6101.

Уполн. Главлита № Б-34081.

Бумага Камской ф-ки.

Заказ № 3855.

2-я типография ГОНТИ им. Евгении Соколовой, Ленинград, пр. Красных Командиров, 29.

1938

RLST



0000000364786

65625