

С. А. Богданова, Ю. А. Шигабиева

А. А. Князев, Ю. Г. Галяметдинов

# Химия и технология косметических средств

## Ч. 1. Пеномоющие и очищающие средства

Учебник



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

**ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ  
КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
Часть 1  
ПЕНОМОЮЩИЕ  
И ОЧИЩАЮЩИЕ СРЕДСТВА  
Учебник**

Казань  
Издательство КНИТУ  
2018

УДК 665.5(075)

ББК 35.68я7

X46

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:*

*д-р мед. наук, проф. каф. фармакологии КГМУ Л. Н. Залютдинова  
д-р хим. наук зав. лаб. высокоорганизованных сред ИПХФ РАН Л. Я. Захарова*

**Авторы: С. А. Богданова, Ю. А. Шигабиева, А. А. Князев,  
Ю. Г. Галяметдинов**

**X46** Химия и технология косметических средств : в 2 ч. Ч. 1. Пеномоющие и очищающие средства : учебник / С. А. Богданова [и др.]; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2018. – 340 с.

ISBN 978-5-7882-2645-3

ISBN 978-5-7882-2646-0 (ч.1)

Рассматриваются пенообразующие и очищающие косметические средства, коллоидно-химические основы получения гетерогенных косметических продуктов, свойства, формулы и характеристики косметических ингредиентов, актуальные базовые рецептуры, технологические схемы производства.

Предназначен для бакалавров, обучающихся по направлению «Химическая технология» (профиль подготовки «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»), и магистров, обучающихся по программам «Технология косметических средств», «Инновационное предпринимательство в производстве косметических средств».

Подготовлен на кафедре технологии косметических средств.

**УДК 665.5 (075)**

**ББК 35.68 я7**

ISBN 978-5-7882-2646-0 (ч.1)  
ISBN 978-5-7882-2645-3

© Богданова С. А., Шигабиева Ю. А.,  
Князев А. А., Галяметдинов Ю. Г., 2018

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 5   |
| 1. КОСМЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА С ДРЕВНИХ ВРЕМЕН<br>ДО НАШИХ ДНЕЙ .....                                  | 9   |
| 1.1. Из истории косметических средств .....  | 9   |
| 1.2. Из истории моющих средств .....   | 33  |
| 1.2.1. Шампунь .....   | 33  |
| 1.2.2. Мыло .....  | 40  |
| 1.3. Принципы классификации косметических средств .....  | 48  |
| 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОМОЮЩИХ<br>И ОЧИЩАЮЩИХ КОСМЕТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ .....         | 56  |
| 2.1. ПАВ и их роль в процессах получения и применения<br>косметических средств .....               | 65  |
| 2.2. Мицеллообразование .....  | 83  |
| 2.3. Пены, их свойства и применение .....  | 91  |
| 2.4. Смачивание и моющее действие .....  | 104 |
| 2.5. Солюбилизация .....   | 118 |
| 3. ПЕНОМОЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ КОСМЕТИЧЕСКОГО<br>НАЗНАЧЕНИЯ .....  | 123 |
| 3.1. Основные ингредиенты .....  | 123 |
| 3.1.1. Международная номенклатура косметических ингредиентов<br>INCI .....                         | 123 |
| 3.1.2. ПАВ и со-ПАВ для пеномоющих композиций .....  | 126 |
| 3.1.3. Витамины .....  | 141 |
| 3.1.4. Экстракты .....   | 152 |
| 3.1.5. Кондиционирующие добавки .....  | 165 |
| 3.1.6. Масла в пеномоющих средствах .....  | 180 |
| 3.1.7. Консерванты, регуляторы pH и вязкости .....   | 205 |
| 3.2. Принципы рецептуростроения и особенности технологии<br>пеномоющих косметических средств ..... | 223 |
| 3.2.1. Шампуни .....   | 223 |
| 3.2.1.1. Классификация шампуней .....  | 224 |
| 3.2.1.2. Принципы рецептуростроения шампуней .....   | 229 |
| 3.2.1.3. Основные стадии получения шампуней .....  | 234 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.2.1.4. Примеры рецептур .....  | 236 |
| 3.2.1.5. Технологические схемы получения шампуней .....  | 238 |
| 3.2.2. Гели для душа, пены для ванн и жидкое мыло .....  | 242 |
| 3.3. Элементы технического анализа пеномоющих композиций .....   | 252 |
| <br>4. ОЧИЩАЮЩИЕ СРЕДСТВА НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ .....   | 259 |
| 4.1. Основные ингредиенты .....  | 260 |
| 4.1.1. ПАВ в очищающих средствах .....   | 261 |
| 4.1.2. Солюбилизаторы .....  | 270 |
| 4.1.3. Биологически активные добавки .....   | 272 |
| 4.1.4. Увлажняющие компоненты .....  | 288 |
| 4.1.5. Гидролаты .....   | 307 |
| 4.2. Принципы рецептуростроения и особенности технологии<br>очищающих косметических средств на водной и спиртоводной основе<br>..... | 314 |
| 4.2.1. Спиртосодержащие косметические лосьоны .....  | 314 |
| 4.2.2. Тоники и мицеллярная вода .....   | 324 |
| 4.3. Элементы технического анализа очищающих средств .....   | 330 |
| <br>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 332 |
| <br>Литература .....   | 334 |

## ВВЕДЕНИЕ

Красота – это то, к чему стремится каждый человек независимо от пола и возраста. В этом стремлении призваны помочь косметические средства. Отдавая дань известным и безвестным экспериментаторам, философам, ученым, врачам, которые внесли неоценимый вклад в банк данных о сотворении, сохранении, приумножении красоты, необходимо рассмотреть и проанализировать современное состояние разработки и производства косметических средств различного назначения, которое использует последние достижения в области высоких технологий. Оно базируется на новейших исследованиях в самых различных областях – медицине, органической, физической, коллоидной химии, химии полимеров, фармакологии, ботанике, биохимии, физиологии, прикладной дерматологии.

В условиях высокой конкуренции и насыщенного рынка парфюмерии и косметики постоянно расширяется ассортимент, появляются инновационные средства и ингредиенты, возрастает их функциональность и безопасность. Это обусловлено интенсивностью научного поиска, маркетинговыми исследованиями, оснащением предприятий и лабораторий новейшим оборудованием, успехами в области процессов и аппаратов химической технологии, коллоидной химии концентрированных дисперсных систем, супрамолекулярной химии. В этих условиях особую важность приобретает подготовка специалистов – технологов косметических производств, исследователей и разработчиков, обладающих необходимыми компетенциями, способных создавать конкурентноспособные продукты, соответствующие мировым тенденциям. Необходимым условием подготовки бакалавров и магистров по соответствующим профилям и магистерским программам является достаточное методическое обеспечение. В этом плане ситуация далека от удовлетворительной.

Современная косметическая химия и технология косметических средств базируется на фундаменте из сплава многих наук. Невозможно переоценить вклад в нее известных ученых и практиков – Р. А. Фридмана, Г. Н. Каспарова, А. Л. Войцеховской, С. А. Войткевича, Х. Вилламо, М. Ю. Плетнева, В.Г. Авраменко, В. Е. Кима, Т. В. Пучковой и др.

Однако современная учебная литература весьма ограничена, а существующие материалы в некоторой степени отстают от вариативности быстро меняющихся направлений и особенностей рецептуростроения и производства. Большой объем информации содержится в учебно-методической литературе, предназначенной в большей степени для студентов, обучавшихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 260401 «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов», и бакалавров, обучающихся по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» (профиль «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов»). Эта литература имеет свою специфику, большое внимание в ней уделяется основам парфюмерии и парфюмерным продуктам, дерматологическим аспектам – структуре кожи и волос. Не умаляя достоинств этих источников, необходимо отметить, что в настоящее время в учебно-методической литературе отсутствует учебник по химии и технологии косметических средств, который включал бы коллоидно-химические, теоретические основы производства гетерогенных косметических продуктов, свойства, формулы и характеристики современных косметических ингредиентов, актуальные базовые рецептуры, современные технологические схемы производства. Этот пробел в какой-то степени и предполагает восполнить данное издание. Учебник обобщает опыт подготовки специалистов по специальности 240401.65 «Химическая технология органических веществ», специализации 240401.65-06 «Технология косметических средств», а после перехода на двухуровневую систему образования – опыт подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология» (профиль «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств») и магистров по направлению 18.04.01 «Химическая технология», магистерской образовательной программе «Технология косметических средств» в ФГБОУ ВО КНИТУ – Казанском национальном исследовательском технологическом университете.

Учебник предназначен для бакалавров (по профилю подготовки «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств», «Технология жиров, эфирных масел и

парфюмерно-косметических продуктов») и магистров (по профилю «Технология косметических средств», «Инновационное предпринимательство в производстве косметических средств»). Информация может быть полезной для аспирантов, научных работников и преподавателей, область научных интересов которых лежит в сфере коллоидной химии поверхностно-активных веществ, дисперсных систем, жидких кристаллов и полимеров.

В нашей книге мы уделили большое внимание историческим аспектам развития представлений о красоте и способах ее сохранения. С одной стороны, такой исторический экскурс подчеркивает существенный прогресс в области создания косметических продуктов, с другой – очевидно, что опыт тысячелетий возвращается к нам в виде растущего участия природных, натуральных компонентов в рецептурах и технологиях. Появившийся не столь давно термин «органическая косметика» (на наш взгляд, неудачный, поскольку большинство косметических средств содержит органические вещества) предполагает использование не просто природных ингредиентов, но выращенных в особых условиях без пестицидов и других индустриальных токсинов, а также генетически модифицированных организмов – не эти ли ингредиенты использовались в Древнем Египте?

Вместе с тем массовое производство косметических средств базируется на основных закономерностях получения и стабилизации гетерогенных многофазных систем – на законах физической и коллоидной химии. Не умаляя достижений других наук, мы считали необходимым предварить рассмотрение конкретных косметических продуктов анализом коллоидно-химических основ технологии их получения и использования. При этом явления мицеллообразования, пенообразования, солюбилизации, смачивания, свойства ПАВ рассмотрены применительно к косметическим средствам. Мы сознательно отказались от рассмотрения строения и функций кожи и волос – по этому поводу имеется обширная литература, а большой опыт в области коллоидной химии косметических композиций, экстрактов растений, растворов полимеров и полиэлектролитов, жидких кристаллов, латексов, гелей, микроэмульсий и других дисперсных систем, накопленный на кафедрах технологии косметических средств, физической и коллоидной химии КНИТУ (КХТИ), позволил нам опереться на эти исследования при написании учебника.

Среди всего многообразия косметических средств пеномоящие и очищающие средства – самые востребованные. Их основу со-



ставляет вода – источник жизни. Большое внимание нами уделяется современным способам очистки воды. Активными действующими компонентами являются поверхностно-активные вещества. Мы постарались показать большое многообразие ПАВ, используемых в современных пеномоющих и очищающих средствах. Авторы надеются, что данное учебное издание поможет будущему химику-технологу косметических производств ориентироваться в традиционных технологиях и современных тенденциях в области разработки, производства и анализа современных многофункциональных и многокомпонентных продуктов, реализовать компетентностный подход к обучению и приобретению необходимых знаний и умений. Учебник поможет и маркетологам косметической продукции, продавцам-консультантам, всем желающим разобраться в особенностях предлагаемых потребителю композиций.

При анализе применяемых ингредиентов мы старались показать их структуру, привести химические формулы, основные свойства. Большое количество иллюстраций делает получение информации увлекательным. Источники иллюстраций приведены в списке литературы. Особое внимание уделено натуральным экстрактам, маслам, витаминам.

Вместе с тем, и это неоднократно подчеркивалось, мы не в состоянии осветить все полезные биологически активные добавки, используемые производителями косметических средств, которые стараются привлечь потребителя новыми, часто экзотическими названиями. Кроме того, многие природные компоненты косметики будут рассмотрены нами в других частях данного учебного издания. Не касались мы и вопросов, связанных с тарой и упаковкой, поскольку эта тема носит общий характер для всех косметических продуктов и будет рассмотрена позже.

В заключение, вспоминая известную фразу Достоевского о том, что «красота спасет мир» (сказанную, правда, не столько о физической красоте, сколько о сумме нравственных качеств), хотелось бы верить, что данная книга поможет профессионально спасти и сохранить красоту и здоровье человека.

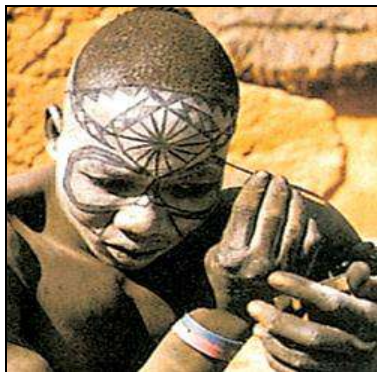
# 1. КОСМЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА С ДРЕВНИХ ВРЕМЕН И ДО НАШИХ ДНЕЙ

## 1.1. Из истории косметических средств

История косметики уходит своими корнями в далекое прошлое. В ходе археологических раскопок, начиная с ледникового периода, были найдены краски, карандаши, гребни, помада, специальные сосуды для притираний и благовоний. Не будет преувеличением сказать, что косметика зародилась одновременно с появлением человека. Она использовалась в различные времена в различных видах и формах, зависевших от уровня развития людей, климатических, материальных, социальных и других условий. Но стремление к чистоте и украшению своего тела, а в дальнейшем к избавлению его от недостатков с помощью различных средств существовало у человечества всегда.

С незапамятных времен у всех народов, на какой бы стадии развития культуры они ни находились, гримировка, раскрашивание лица и тела растительными красками и цветными глинами применялись очень широко: перед военными набегами, в праздники, при религиозных обрядах. Многие исследователи считают, что косметику придумали мужчины.

Известно, например, что в некоторых первобытных племенах бывалые, но уже немолодые воины, готовясь к бою, покрывали лицо и тело многочисленными красками и татуировками. Так они скрывали морщины, свой настоящий возраст и одерживали победу над молодым врагом. По мнению Лизы Элдридж, креативного директора Lancome, «раскрашивание лица – часть человеческой природы, может быть, чуть менее базовая, чем потребность в еде и сне».



*Рис. 1. Мужской «макияж» имеет давнюю историю*

Рассмотрим основные этапы развития косметической науки и практики. Наиболее ранние упоминания о косметических средствах, их составе и изготовлении связаны с *Древним Египтом*. Раннее название этой страны – Кхем или Та-Хем – Черная земля. Ученые считают, что от этого названия Египта произошло и слово «химия». Сведения о первых средствах для ухода за лицом и телом датируются III тысячелетием до н.э. В древнейших гробницах были найдены сосуды с мазями, различными благовоньями, маслами. Анализ показал, что они содержали мускус, розовое масло, ладан. При изучении изображений на древних папирусах в первую очередь обращает на себя внимание подводка глаз. Она имела не только эстетическое, но и медицинское значение.



Рис. 2. Знатная египтянка за туалетом

Для зеленых теней на веках использовали толченый малахит  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  и углекислую медь  $\text{CuCO}_3$ , синие тени делались из порошка лазурита  $\text{Na}_6\text{Ca}_2(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2$ , черная подводка – из свинцовой руды галенита  $\text{PbS}$  с сурьмой. Краска не только увеличивала глаза и придавала им миндалевидную форму, но и служила лекар-

ством от глазных болезней (трахомы) в жарком климате. Считалось, что злые духи проникают в человека через глаза, такой яркий макияж их отпугивал. Египтяне придавали выразительности глаз такое значение, что даже священным животным в храмах (кобрам, крокодилам, кошкам, быкам) обрисовывали круги по векам светящимися красками (которые добывали из раковин моллюсков). Статуям также обрисовывали глаза, заполняли радужную оболочку прозрачным кварцитом, а в середину вместо зрачка помещали каплю хрусталя. Технология изготовления косметических средств держалась в секрете, которым владели жрецы. Мужчины в Египте активно пользовались косметическими средствами, подводили глаза, рисовали усы, закрашивали седину красками на основе крови черных животных (рис. 3).

Древние египтяне прибегали к маникюру. Были найдены мумии с окрашенными в различные цвета ногтями. Пользовались египтянки и белилами для придания темному лицу бледности, для щек применяли румяна, изготовленные из сырья растений и кустарников. В качестве тона для лица использовали желтую и красную охру, красили губы порошком из красной глины, ладони и ступни, а также ногти на руках и ногах покрывали розовой хной. Окрашенные волосы мумий до наших дней сохранили свой цвет.

Историки медицины установили, что египтяне умели изготавливать и применять различные растительные экстракты, использовали серу, киноварь (сульфид ртути  $\text{HgS}$ ), сульфат меди  $\text{CuSO}_4$ , квасцы, карбонат железа, мази на основе свинцового глета (желто-красная модификация  $\text{PbO}$ ). Ногти они красили зеленой краской. Египтянки стремились иметь гладкую кожу, умащенную благовоньями и маслами, и поэтому безжалостно удаляли каждый лишний волосок.

На туалетных столиках того времени можно было увидеть различные помады, специальные лопаточки для мазей, алебастровые пудреницы и щипчики для удаления волос на лице и теле. Всевозможные



*Рис. 3. Скульптурный портрет египтянина*

флакончики и коробочки, подтверждающие увлечение египтян разнообразными средствами, археологи в изобилии находили в пирамидах и древних захоронениях. Сейчас эти находки хранятся во многих музеях мира. В египетском зале Государственного музея изобразительных искусств им. А.С. Пушкина хранится подлинный шедевр – косметическая ложечка, сделанная в виде цветка лотоса, ручкой служит фигурка плывущей девушки (рис. 4).



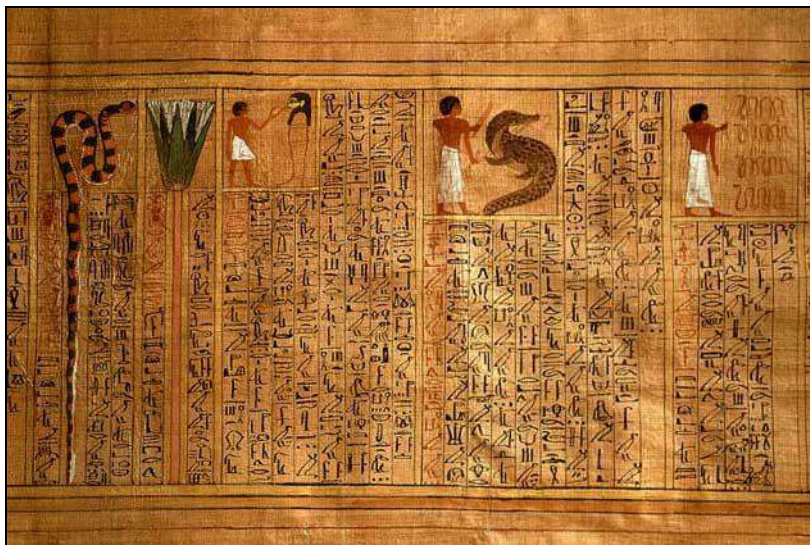
*Рис. 4. Ложечка для косметики в виде плывущей девушки. 14 в. до н.э., слоновая кость, эбеновое дерево, краска. ГМИИ им. А.С. Пушкина*

В могилах египетских фараонов были найдены сосуды из золота и серебра с красками для волос и бород. Эти препараты готовили в храмовых мастерских по стандартным рецептурам, тексты которых были высечены на каменных стенах. В этих текстах были указаны весовые и объемные соотношения компонентов, продолжительность процедур, выход продукта и потери при получении. Эти тексты свидетельствуют о зарождении и развитии в Египте косметической химии.

Основным косметическим средством в Древнем Египте были благовонные масла. Уже в древние времена люди осознавали, что коже необходимы защита и питание. В этих целях они использовали мази, приготовленные на основе воловьего и овечьего жира, а также миндального, кунжутowego и оливкового масел. Было известно, что смазывание тела жирным маслом тормозит обезвоживание организма и облегчает самочувствие человека в жару. В Древнем Египте, где вода была в дефиците, смазывание маслом частично заменяло водные гигиенические процедуры, а в эпоху Нового царства (1552–1069 гг. до н.э.) было обязательным ритуалом. Простые люди использовали для смазывания касторовое масло, которое египетские жрецы умели полу-



чать прессованием из семян клещевины после их обжаривания или нагревания.



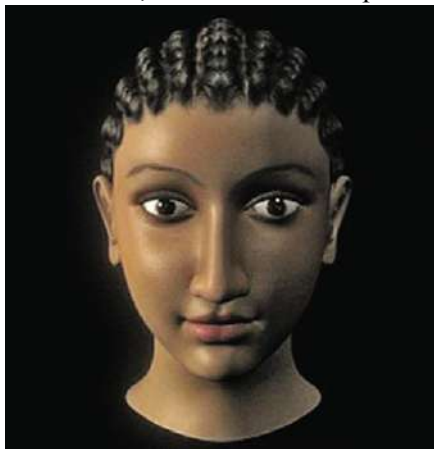
*Рис. 5. Фрагмент папируса Эберса*

Первый письменный документ, содержащий перечень косметических правил, найден в одной из египетских гробниц. Это был рецепт-гигант, написанный 1500 лет до н. э. жрецами на папирусе длиной примерно в 21 м. Немецкий египтолог Георг Эберс приобрел его в 1875 г. и затем опубликовал. Впоследствии этот перечень получил название «Папирус Эберса». Он содержал ряд косметических рецептов: как разгладить морщины, покрасить волосы, усилить их рост, удалить бородавки и т. д. Некоторые из рецептов, приведенных в этом папирусе, не утратили своего значения и в настоящее время.

Археологами найден справочник косметических средств, составленный самой Клеопатрой (I в. до н. э.), «Лекарства для кожи». В районе Мертвого моря была обнаружена древняя лаборатория по изготовлению косметических и фармацевтических средств, по мнению исследователей, принадлежавшая Клеопатре. Легендарная царица широко использовала разные натуральные средства для поддержания красоты и молодости. Мазь из медвежьего жира по ее рецепту делала

кожу блестящей и сияющей. Она купалась в ослином молоке, смягченном медом, рабыни втирали в ее кожу бальзам, в состав которого входил экстракт из семян тикового дерева и акации, разглаживали морщинки и покрывали их кашицей из свежих персиков, специальной палочкой подводили глаза. Для белизны своей кожи она использовала мазь, основным компонентом которой был размельченный крокодилий помет вместе с белилами. С помощью чудодейственного средства, в которое входили толченые лошадиные зубы, медвежий жир, жареные мыши и олени рога, Клеопатра, говорят, пыталась избавиться от облысения своего возлюбленного Гая Юлия Цезаря.

Кембриджский египтолог Салли Энн Эштон воссоздала ее внешность, совместив изображения царицы на древних артефактах.



*Рис. 6. Компьютерный  
портрет царицы Клеопатры*

В компьютер были загружены все известные изображения царицы времен ее правления: скульптурные портреты, изображения на монетах и прочие изображения, дошедшие до нас (рис. 6). Очевидно, царица Клеопатра не являлась эталоном красоты. По-видимому, ее успех обусловлен целенаправленным применением косметических средств. Некоторые рецепты Клеопатры дошли до наших дней и могут быть использованы в домашних условиях.

### ***Крем Клеопатры***

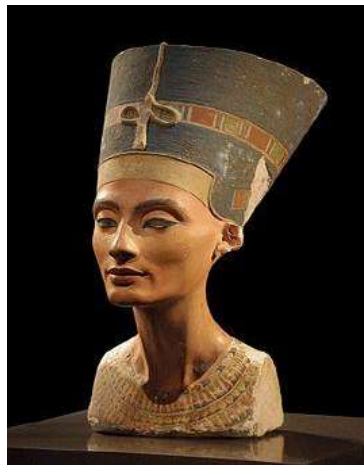
*Мясистую часть алоэ измельчали, смешивали с розовой водой и добавляли немного меда. Ставили смесь на водяную баню, добавляли немного свежего свиного топленого сала и подогревали, не доводя до кипения.*

### *Маска Клеопатры*

*Белую глину, сметану, сок лимона и мед смешивали в равных пропорциях. Накладывали маску на лицо на 15–20 мин. Смывали сначала теплой, потом холодной водой. Такая маска не только делала кожу мягкой и эластичной, но и очищала и отбеливала ее.*

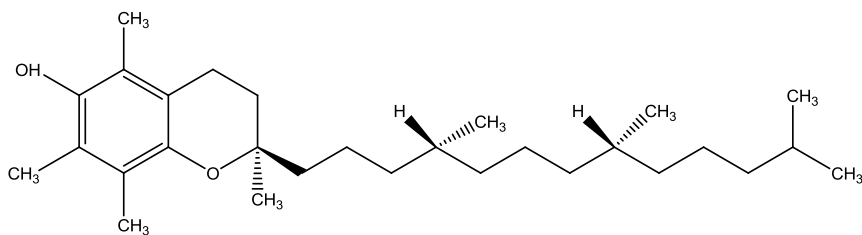
Эталоном красоты является Нефертити – одна из самых почитаемых древнеегипетских цариц – супруга древнеегипетского фараона Нового царства Эхнатона (Аменхотепа IV, ок. 1351–1334 до н. э.) – см. рис. 7.

Говоря об истории косметики, нельзя не упомянуть о развитии ее в *Древней Греции*. Ведь даже само происхождение слова «косметика» греческое. Слова «космос» и «косметика» однокоренные. *Kosmos* – «мировой порядок, мироздание». Слово *kosmeo* в переводе с греческого означает «приводить в порядок, украшать». *Kosmetikē* – «искусство украшения». С самого начала это слово означало искусство укрепления здоровья и исправления некоторых недостатков тела. Первоначально уход за своим телом греки ограничивали омовением и натираем тела оливковым маслом или просто жиром. Оливковое масло до сих пор является базовым компонентом греческой косметики для ухода за кожей, в нем содержится огромное количество уникального витамина молодости – витамина Е –  $\alpha$ -токоферола. Греки гордо называют оливу национальным деревом и с древних времен верят, что его создала сама Афина Паллада. Поэтому многолетние оливы особо почитаются даже в современной Греции.



*Рис. 7. Бюст Нефертити, известняк, краска. Остров музеев. Новый музей, Берлин*



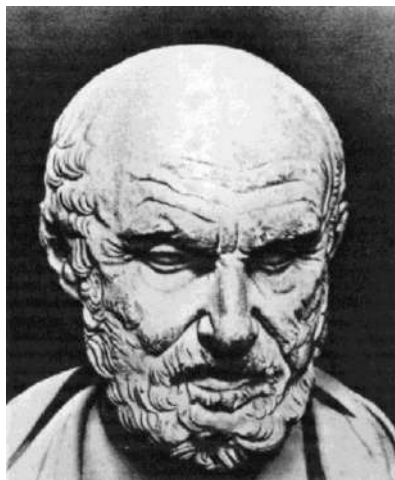


*Структурная формула витамина E*

В V–IV вв. до н. э. жительницы Греции в качестве пудры использовали толченые бобы, сухие цветы, муку и мел. Губы они красили красной краской (современное название – кармин), которая добывалась из кошенили (насекомое из отряда травяных тлей). Для подведения глаз использовали копоть от сгорания специальной эссенции, для фиксирования волос – смесь из яичного белка и смолы. В этот же период выходит «Трактат о сохранении красоты», который написала известная куртизанка того времени Аспазия 2500 лет назад.



*Рис. 8. Бюст Аспазии.  
Музей Ватикана*



*Рис. 9. Бюст Гиппократы.  
Пушкинский музей*

### **Очищающий крем**

*«Взять 1 столовую ложку густых сливок, добавить к ним 1 чайную ложку мелкой морской соли (крупную соль можно смолоть в кофемолке). Нанести крем на лицо и легко помассировать кожу. Смыть через несколько минут остатки крема теплой водой. Кожа станет более нежная и бархатистая».*

В период расцвета Античности в Древней Греции специальные рабы – косметы – выполняли множество знакомых процедур: массаж, парикмахерские услуги, подкрашивание волос. После ванны в кожу втирали ароматические масла (смесь жирных и эфирных масел). Масло использовали и для волос, чтобы они лучше блестели. Смуглые гречанки отбеливали свою кожу, румянились киноварью – природным минералом красного цвета (это соединение – сульфид двухвалентной ртути  $\text{HgS}$  – ядовито, поэтому в настоящее время его применение в косметике запрещено). Не менее вредным было натирание кожи щек соком ириса, который вызывал раздражение, от которого появлялся румянец. По античному мифу даже Афродите уличили в подкрашивании и пудрении лица перед днем состязания богинь.

О косметических недостатках и кожных болезнях, косметических средствах много писал знаменитый древнегреческий целитель и врач, «отец медицины» Гиппократ. В его трудах можно найти советы и рецепты средств против увядания кожи, для устранения запаха из носа, рта, средства для чистки зубов, для смягчения кожи и устранения пигментных пятен, для ароматизации тела и платья и огромное количество других косметических рецептов. В Афинах впервые появились парикмахерские, где причесывали дам и брили мужчин.

Большое значение косметике и уходу за кожей лица и тела уделялось в *Древнем Риме*. Римляне, многое перенявшие у греков, продолжали их традиции в гигиене и в косметике. Римлянкам были знакомы различные средства для удаления волос, вплоть до введения в волосяные мешочки горячих игл, различные средства против полноты и худобы, против запаха пота, для освежения кожи путем отслойки надкожицы, нередко с помощью золы. Для удаления волос применяли негашеную известь, а для ращения волос – высушенных и растертых в порошок лягушек и ящериц. Были распространены различные румяна

и белила, и не только для лица, но и для рук, шеи, груди, что иногда приводило к тяжелым и смертельным отравлениям от свинцовых белил  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$  и киноварных (ртутных) румян. Для получения яркого румянца на щеках использовали также винные дрожжи и охру, отстой красного вина или специальную растительную краску на основе красных водорослей – фукуса.

Римлянки придумали оригинальный способ борьбы с дефектами кожи – просто заклеивали проблемные места мушками, преимущественно в виде полумесяца. Веснушки же сводили с помощью редкого средства, которое добывали из птичьих гнезд. Более насыщенным раствором, который становился ядовитым, прижигали бородавки. Богатые дамы умывались только ослиным молоком, так как верили, что таким образом они сохраняют красивый цвет кожи. Жена императора Нерона Пoppея Сабина каждый день принимала ванну из молока ослиц. Стадо из 500 ослиц сопровождало ее при переездах.

Древние римляне были буквально одержимы правильным хранением косметических средств, поэтому держали их в горшках из алебаstra и роговых баночках. Когда же в моду вошли светлые волосы, дамы принялись обесцвечивать их сильными красками, из-за чего зачастую оставались вовсе без волос и вынуждены были носить парики. С плешью боролись весьма необычным способом – втирали в голову навоз животных.



*а*



*б*

*Рис. 10. Сосуды для хранения духов (а) и «косметичка» (б) в Древнем Риме*

Но больше всего римляне обожали косметику, обладающую сильным и «вкусным» запахом. Мятой или мелиссой ароматизировали комнаты, постоянно опрыскивая эссенцией, ароматические масла и лепестки роз служили добавкой к мазям. Римляне первыми стали использовать и стеклянные сосуды для хранения благовоний (техника выдувания стекла была изобретена в Сирии в I в. до н. э.). Простые духи римляне делали на основе одного компонента (например, цветков розы, горького миндаля, нарциссов), а сложные духи включали от 7 до 20 разных компонентов.

В I веке н.э. всерьез занялся косметическими средствами Плиний Старший. Он подробно описал косметические средства, которыми римляне пользовались каждый день. В частности, он писал: «Маленькие улитки, высушенные на солнце на черепицах, затем истолченные в порошок и разведенные отваром из бобов, представляют собой превосходное косметическое средство, которое делает кожу белой и нежной».

Был составлен первый систематизированный учебник по использованию косметики. Его автором является известный древнеримский врач и фармацевт Клавдий Гален (около 130–200 гг. н.э.). До сих пор существует разделение косметики на два направления, предложенное им. Первое направление включает в себя всесторонний уход за телом с целью сделать его более красивым. Второе заключается в умении скрывать те или иные недостатки внешности. Сохранился древний рецепт крема (или мази), впервые разработанного Галеном и названной в фармакопии *Unguentum Galleni*. Эту охлаждающую мазь (известную нам как кольдкрем), римлянки использовали для снятия с лица краски.

### ***Крем Галена***

*28 граммов воска и 28 граммов спермацета сплавить на водяной бане. К сплаву прибавить 500 граммов миндального масла, нагреть до полного растворения. Сняв с бани, прибавить розовую воду тонкой струйкой, постоянно взбивая метелкой до тех пор, пока не прибавятся все 500 граммов воды. После этого добавить эссенции в соответствии с желаемым ароматом и еще раз взбить. Массу переложить в баночки, где крем застывает.*

Гален был одним из первых, кто получил препараты из растительного сырья: настойки, экстракты и другие лекарственные формы. Теперь они называются галеновыми препаратами и до сих пор не потеряли своего практического значения в медицине, в наше время их можно купить в аптеке.



|   |   |
|---|---|
| <p><b>Новогаленовые препараты</b></p> <p>(максимально очищенные) содержат комплекс БАВ (алкалоидов, кумаринов и т.п.) не содержат балластных и сопутствующих веществ.</p> <p><b>ФЛАМИН</b> - сумма флавоноидов бессмертника песчаного</p> <p><b>ЭРГОТАЛ</b> - сумма алкалоидов спорыньи,</p> <p><b>АДОНИЗИД</b> – сумма СГ горичвета весеннего) и др.</p> | <p><b>Новогаленовое производство</b></p> <p>Путем мягкой, обработки различными растворителями выделяют вещества или их сумму, частично или полностью освобождая их от сопутствующих веществ</p> <p>MyShared</p> |
|---|---|

а

б

Рис. 11. Врач Клавдий Гален (а) и реклама современных галеновых препаратов (б)

Изготавливались различные косметические средства и в странах Древнего Востока – помады, благовония, притирания, пудры. Девушка, предназначенная в жены персидскому шаху, в течение года подвергалась специальным косметическим процедурам.

Жительницы Древней Персии красили волосы хной, раскрашивали лицо и тело, чтобы привлечь благосклонность богов. Глаза многих восточных красавиц, вынужденных остальные прелести прятать под паранджой, также должны были поражать мужчину с первого взгляда. Поэтому обитательницы гаремов не только выщипывали брови, но и для ухода за ресницами и бровями использовали сурьму. В те времена краску готовили на основе бараньего жира или миндального масла, добавляли особую травку усьму, порошок басмы и саму сурьму. Наносили состав тонкой деревянной палочкой. Сурьма применялась в странах Востока уже за 3 тыс лет до н.э.

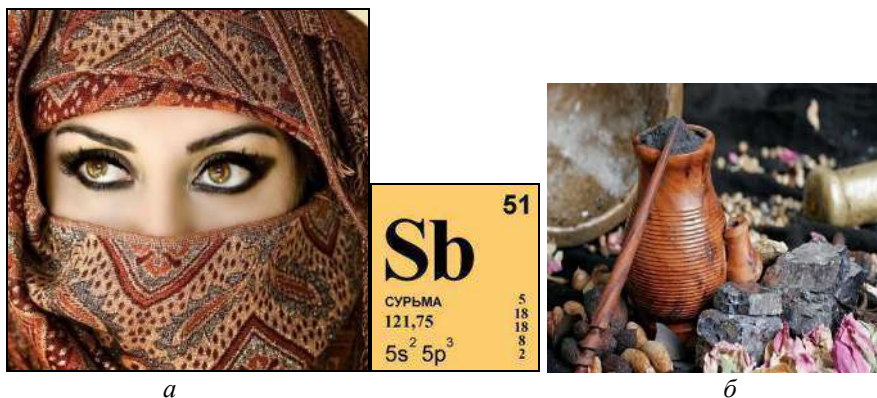


Рис. 12. Восточная красавица с «насурмленными» глазами и бровями (а) и сурьмяный блеск (природный сульфид сурьмы  $Sb_2S_3$ ) – минерал, содержащий химический элемент сурьму (б)

Название «сурьма» происходит предположительно от турецкого слова «сюрме», что переводится как «натираание» и «чернение». Есть и другое название – «каджал» (khur, kuhl, kahal, или kohol) – черное вещество, используемое женщинами Аравийского полуострова в качестве жидкой подводки для век. Восточные женщины издревле использовали сурьму и для ухода за веками, а также для лечения глаз. Для лечебного эффекта свежую сурьму наносили на ночь, что помогало снять усталость с глаз, очистить от инфекции и пыли. Черный цвет сурьмы помогает бороться с негативным воздействием ослепительного солнца, поэтому ее используют как женщины, так и мужчины. Сурьма – продукт, который до сих пор присутствует на рынке.

Восток также ассоциируется с красками, дошедшими до наших дней – хной и басмой. Хна – это порошок из высушенных листьев кустарника лавсонии, краска для волос растительного происхождения. Она традиционно используется для украшения тела, окраски волос и тканей, для лечения в Индии, Пакистане, Северной Африке и многих арабских странах.

Басма – это натуральный природный краситель, который получают из растения индиго (Indigofera), растущего в тропическом климате. Басма является природным средством для окрашивания волос в темные тона (от светло-каштанового до черного). Синяя краска индиго производится также из этого растения.





*Рис. 13. Лавсония*



*Рис. 14. Индиго*

Косметика упоминается и в Библии. Так, в Древней Иудее знали толк в притираниях и благовониях. Древние евреи считаются изобретателями депиляторов. О распространенности косметики можно судить по словам Иова, который назвал одну из своих дочерей «сосудом с сурьмой». Иеремия разражался упреками в адрес кокетливых евреек своего времени: «Тщетно вы будете краситься и украшать себя золотыми ожерельями, тщетно будете сурьмить глаза: ваши возлюбленные станут презирать вас». Красноречивому пророку не удалось убедить дев иудейских, и они с увлечением продолжали сурьмить глаза, брови и окрашивать ногти красной краской. Распространенный комплект косметических средств восточной женщины состоял главным образом из декоративных средств семи снадобий: хны, басмы (краска для волос и ногтей), румян, белил, сурьмы (для придания блеска глазам), золотой фольги и особой ароматической смеси (для искусственных мушек). В древнееврейском своде законов — так называемом талмуде написано, что мужчина обязан выдавать супруге определенную сумму денег для приобретения средств по уходу за телом для поддержания его в чистоте и красоте. К этим средствам относились мыло, пемза для чистки зубов, розовое масло и различные мази. Для приготовления косметических бальзамов, лосьонов и других средств ухода за кожей уже в 3–4 вв. до н. э. широко использовалась соль Мертвого моря.

Многочисленные косметические рецепты приводятся в труде известного таджикского ученого Авиценны «Канон врачебной науки». В частности, в число растений, пригодных для целей косметики, он включал аир, айву, алоэ, алтей, виноград, гранат, дыню, лен, лимон, лук репчатый, мяту, орех грецкий, персик, петрушку, ревень, редьку, розу, свеклу, чеснок. Современные исследователи насчитали в трудах Авиценны более полутысячи рецептов лечебных косметических препаратов, в большинстве которых использовались растительные компоненты.



*Рис. 15. Авиценна*

Красавицы *Японии* густо белили кожу, замазывая все дефекты на лице и груди, лоб по краю роста волос обводили тушью, брови сбрасывали и вместо них рисовали короткие толстые черные черточки.



*Рис. 16. Косметикой в Японии пользовались и женщины, и мужчины*

Замужние женщины покрывали зубы черным лаком. Волосы собирали в высокий тяжелый узел, который поддерживался длинной узорчатой палочкой. Чтобы спать с такой прической, под шею подкладывали специальные подушечки на деревянной подставке. Японки тщательно ухаживали за своим телом. Они мылись в необычайно горячей воде, смазывали тело специальными мазями, применяли паро-



вые ванны. Косметикой в Японии активно пользовались и мужчины. До сих пор этот грим сохранился у актеров театра Кабуки.

В *Китае* в III в до н. э. особое значение придавалось ногтям. Они не только считались признаком социального положения владельца, но и определяли его способность говорить (и договариваться!) с богами. Так что население с тревогой и надеждой смотрело на ухоженные, длинные ногти императора, а маникюр во дворце превращался в целый ритуал.



*Рис. 17. Дамские ногти в Древнем Китае*

В Китае, по некоторым данным, лак для ногтей был изобретен около III тыс. до н. э. Его изготавливали на основе сока лакового дерева, смешанного с желатином и яичными белками. «Дизайн» менялся в зависимости от времени: шесть веков назад предпочитали золотой и серебряный цвет, в эпоху династии Мин — черный и красный. Позже поверхность ногтей стали расписывать иероглифами, искусно украшать изображениями птиц, а особым искусникам удавалось даже

уместить на ногте небольшое хокку. Длина дамских ногтей доходила до 25 см. Для сохранения этого великолепия заказывались специальные золотые или серебряные футлярчики.

В Средние века, после падения Римской империи, интерес к косметике и косметическим процедурам в Европе постепенно угас. В это время церковь и религия проповедают аскетизм, думать о красоте лица и тела считается греховным. В лучшем случае уход человека за собой в это время сводился к использованию сваренного в домашних условиях из животного жира и щелока мыла и простых подручных средств вроде лимонного сока, огуречного крема или рисовой пудры.

Искусство косметики возрождается лишь с развитием средиземноморской торговли. Стимулом к развитию послужили также крестовые походы. В Европе после них узнали, что такое «розовая вода», пряности из Индии, душистое мыло из Дамаска.

*Италия* послужила мостом для распространения косметики по всей Европе. В ней было развито производство и сбыт косметики, парфюмерии, и центром этого был город *Капуя*. Там изготовляли благовония, притирания, эссенции, гримировальные средства, помады и др. Решающий поворот в области увлечения косметикой произошел в Италии в эпоху Возрождения. Тогда оформился идеал красоты, который требовал особых стараний по уходу за телом. Итальянским монахом А. Фиренцуолой был составлен трактат о женской красоте, в котором отмечалось, что «лоб должен быть в ширину больше в два раза, чем в высоту; со светлой гладкой кожей и не слишком узкими висками. Брови темные, шелковистые, более густые к середине; белок глаза синеватый, глаза – достаточно велики и выпуклы, веки и глазные впадины должны иметь белую кожу с едва заметными жилками, а ресницы – не слишком темные, губы должны быть не слишком тонкие и красиво лежать одна на другой. Зубы не слишком острые, цвета слоновой кости. Шея белая и скорее длинная, чем короткая, плечи широкие и т.д.» (рис. 18).

Венецианки славились волосами, которые окрашивали в различные оттенки рыжеватого цвета. Жительницы Рима, Флоренции, Генуи научились чернить глаза, что резко контрастировало со светлыми волосами и с кожей лица. На Апеннинском полуострове вошли в обиход необычные маски. Например, на лицо накладывали тонкий ломоть свежей телятины, вымоченной в дождевой воде. Правила хорошего тона XVIII в. требовали, чтобы румяна были броскими и наносились на нижние веки, что, по мнению знатоков, придавало огненность взору. К общему образу добавлялась еще голубая краска, которой намечались ниточки вен на лице, плечах и груди, что оттеняло сияющую белизну. К XVII в. особен-



*Рис. 18. Идеал женской красоты эпохи Возрождения. Д. Венециано. Портрет молодой женщины*

но популярной стала пудра, которую смешивали с яичным белком и наносили на лицо густым слоем.

С XII в. в Европе начинается бурное развитие знаний в области парфюмерии и активное применение дистилляции (перегонки), чему способствует развитие алхимии (рис. 19).

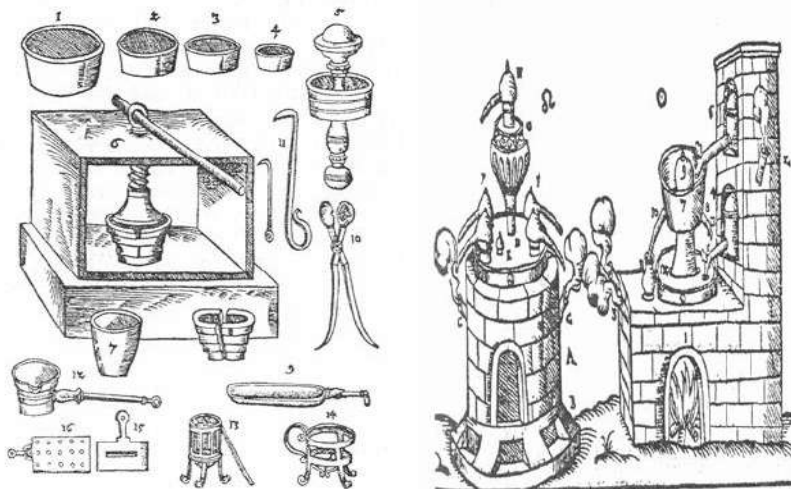


Рис. 19. Оборудование древней алхимической лаборатории

Производство спирта – «горючего вина» – явилось принципиальным шагом вперед в развитии косметической химии (XV в.). Уже в XVII в. перегонка стала обычным явлением для химиков-фармацевтов, в результате чего эфирные масла и цветочные воды стали доступными продуктами. Их применяли не только как лекарства, но и в гигиенических целях, для мазей, ванн, а также в составе нюхательной соли. В XVIII в. на юге Франции возник новый центр парфюмерии – город *Грасс*, где начали выращивать эфиромасличные растения, из которых получали эфирные масла. Эти масла далее шли на приготовление духов.

В Европу, в частности во *Францию*, косметика начала проникать в эпоху Возрождения. Гигиене лица и тела особого внимания не уделялось, развивалось декоративное направление косметики. Косметические средства были завезены во Францию итальянскими артистами при Екатерине Медичи.

Начиная с XVI в. Франция занимает ведущие позиции в изготовлении и употреблении косметических средств, рецепты которых передавались по наследству и держались в строгом секрете.

### ***Рецепт губной помады***

*Взять 10 г белого воска, 10 г свиного сала, сплавить их, помешивая на тихом огне. В фарфоровой ступке растереть 2 г кармина (высушенные насекомые) с 2 г ланолина и добавить в кастрюльку с воском. Хорошо перемешать и разлить в баночки для помады.*

### ***Рецепт туши***

*Первая тушь для бровей и ресниц изготавливалась из смеси сажи со свиным салом с добавлением козьего жира и желтого воска. Для этого брали 3 части перетопленного свиного сала, 1 часть козьего жира и 0,5 части желтого воска. Все это смешивали, добавляли 1 часть черной сажи, помещали в глиняный горшочек, хорошо его закрывали и в течение одного часа перетапливали в слабо нагретой печи. Полученную краску наносили на брови и ресницы.*

С 1566 г. при дворе необходимо было появляться с завитыми белокурыми волосами и с гримом на лице. По этому принципу гримировались и женщины, и мужчины (рис. 20).

В Англии в то время использование косметики не одобрялось. Британским парламентом в начале XVII в. был выпущен закон, который гласил, что «все женщины, вне зависимости от их сословия и возраста, которые после опубликования данного закона соблазнят какого-нибудь подданного его величества короля Англии с помощью парфюмерии, краски для лица, фальшивыми губами, высокими каблуками



*Рис. 20. Внешний вид мужчин при дворе Екатерины Медичи*



*Рис. 21. Томас Гейнсборо.  
Дама в голубом.  
Государственный Эрмитаж*

делялись глаза, накладывала румяна и пудру, красила губы и ногти. Наиболее типичным для этой эпохи был красный цвет «на версальский манер», кричаще-яркий на белом лице, который должен был производить подчеркнуто ненатуральный и вызывающий эффект.

К. Е. Маковский В 1806 г. в Париже вышла книга «Энциклопедия красоты». В ней содержались советы, как сохранить «неувядающую свежесть кожи», как избавиться от морщин. В XIX в. Европе появляются первые синтетические косметические средства, особенное распространение получила гигиеническая ванна.

История создания косметики в Древней Руси тесно связана с историей самой Руси. Русские женщины-язычницы любили естественность, но вместе с тем применяли элементы декоративной косметики. В отличие от западных женщин они придавали магическое значение каждому цвету, считая, что одни притягивали любовь и удачу, другие, напротив, могли принести несчастье.

и этим склонял мужчин к супружеству, будут так же караться, как ведьмы и другие подобные преступники».

Во Франции середина XVIII в. ознаменовалась как эра научных исследований в косметической области, и косметика стала развиваться как современная наука, когда король Франции поручил известному химику Антуану Лавуазье из Академии наук определить степень безопасности для здоровья румян и прочей косметики. Особенностью использования косметической продукции в то время было ее чрезмерное количество. Идя на знатный вечер, француженка обязательно подводила лицо так, чтобы вы-



*Рис. 22. Русская красавица.*

В косметических целях они применяли растительные средства и дикорастущие травы, поскольку в совершенстве знали их лечебные и декоративные свойства. Они умело использовали для приготовления косметических средств собранные цветки, ягоды, траву, плоды и корни растений. Например, вместо помады и румян применяли сок малины, вишни, натирали щеки свеклой. Черной сажей чернили глаза и брови, иногда для этих целей использовалась коричневая краска. Пшеничной мукой или мелом белили кожу. Для окрашивания волос также использовали растения: например, шафраном с ромашкой красили волосы в бело-желтый, а кожурой лука – в коричневый цвет. Красавицы Древней Руси особо заботились о коже лица, для этих целей применяли сметану, молоко, мед, яичный желток, жир животных, а также огурцы, капусту, морковь, свеклу. Для отбеливания и избавления от веснушек применяли сок огурца или отвар петрушки.

На Руси благовония узнали с VII–VIII вв. благодаря торговым связям Киевской Руси с Византией (после принятия христианства от Византии в конце X в.). Из Царьграда (Константинополя) привозили так называемую гулявную, т.е. розовую, воду (от турецкого «гуль» – роза). Полюбившимися московским боярам и царям духами была лавандовая вода, которую хранили в золотых и серебряных ароматницах. Традиционная еженедельная русская баня с раскаленной печью выполняла гигиенические функции, где на камни выплескивали воду с добавками пахучих трав или кваса. В связи с этим парфюмерия не была широко востребована.

### ***Состав «Девичьего молока»***

*Состоит из 10 частей бензойного настоя (настоя бензойной смолы или розного ладана) и 90 частей розовой воды. Это «молоко» под названием *Las virginis* изготавливали аптекари, предназначалось оно для отбеливания кожи и против веснушек.*





Среди народов, населяющих Древнюю Русь, косметика особо популярна была у татар: татарские женщины красили ресницы, брови, губы, ногти. В конце XVIII – XIX вв. активное использование косметических продуктов для татарских женщин считалось естественным и модным. Шариат предписывал им заботиться о своей красоте и стараться нравиться мужу. Зажиточные татарские горожанки широко применяли косметику: ресницы окрашивали сурьмой, брови – усмой, лицо – китайскими белилами (рис. 23). Для умощения тела татарские красавицы применяли ароматические средства, привозимые с Востока:

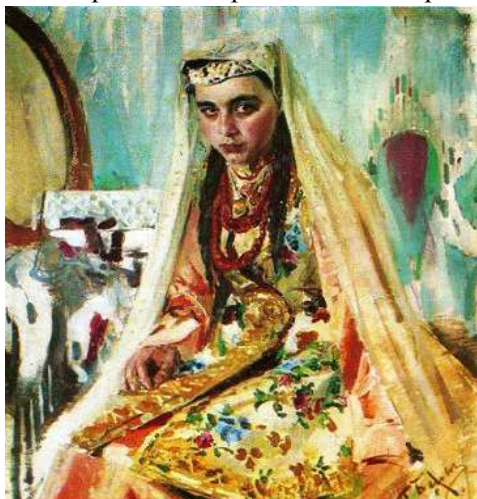


Рис. 23. Павел Беньков. Портрет татарки

мускус, сок душистого базилика, розовое масло. С расширением контактов с Европой в России появились косметические помады, духи, напудренные парики, а также нюхательные соли.

Конец XVIII в. и особенно середина XIX в. были поворотными в истории отечественной косметической и парфюмерной отраслей промышленности. Промышленному выпуску косметики в России положила начало фабрика Альфонса Рале, основанная в Москве в 1843 г. Ее продукция становилась

разнообразнее: мыло «Трида», рисовая пудра, благовонные помады, духи «Камелия», «Азалия», «Лобелия» и многое другое. «Нужны были имена Рале и его продолжателей, чтобы приучить Россию к русской же парфюмерии», – писали в отчете о Всероссийской выставке в 1896 г.

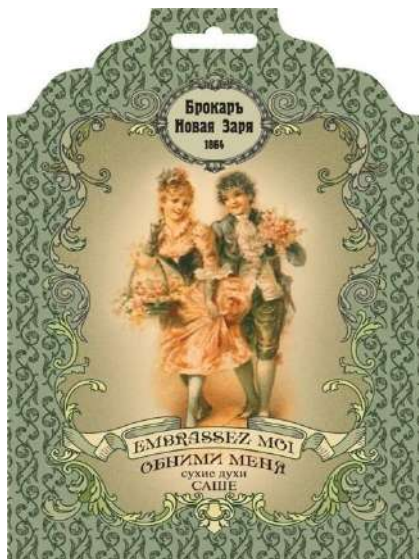


Рис. 24. Духи фабрики Брокер

В Москве в 1864 г. была основана мыловаренная лаборатория Генриха Брокера, который сумел стать признанным «королем парфюмерии», выпустив копеечное мыло для всех слоев населения. Его предприятие выпускало на рынок то, что даже в Европе было тогда редкостью: прозрачное глицириновое и сувенирное (в форме игрушек, овощей) мыло, а также мыло на кокосовом масле, которое давало обильную и мягкую пену. «Цветочный одеколон», созданный Брокером в 1882 г., получил в России широкую известность. Именно с «Цветочного одеколona» началась массовая народная парфюмерия.

История московской фабрики А. М. Остроумова началась с изобретения Александром Митрофановичем в 1885 г. мыла от перхоти, получившего признание и успех наряду с изобретенным впоследствии кремом «Метаморфоза». Несмотря на популярность русской



косметики и парфюмерии за рубежом, российские модницы предпочитали косметику, произведенную в Париже. В 1912 г. Остроумов издал первый рекламный альбом с шикарными фотографиями известных актрис с их рукописными отзывами «о парфюмерии товарищества парфюмерной фабрики провизора А. М. Остроумова» (рис. 25). Именно с имени Остроумова началась косметология в России. В 1919 г. он организовал специальную лабораторию на ул. Тверской, которая



Рис. 25. Отзывы известных актрис о парфюмерии фабрики А. М. Остроумова

в скором времени переросла в уникальный по тем временам и единственный в мире Институт врачебной косметики.

Параллельно в это время появляется широкая гамма тонов губной помады, компактные тени для век и пудра, тональные кремы, тушь для ресниц в новом оформлении. Создана серия специальных фотозащитных средств. Улучшено качество маникюрного лака. Созданы витаминизированная жидкость для снятия лака, жидкая тушь для ресниц, компактные румяна, дезодоранты различных видов, бальзамы, ополаскиватели, шампуни для мытья волос различных типов и шампуни оттеночные.

## 1.2. Из истории моющих средств

### 1.2.1. Шампунь

В настоящее время косметика используется повседневно. Вместе с тем если выделить лишь одно средство, без которого не обойтись современному человеку, то мы в первую очередь назовем шампунь. Этому пеномоющему средству порядка ста лет, однако начиналось все значительно раньше.

Первые путешествующие европейцы много нового узнали в поисках приключений или богатства, их искренне удивляло, что в других частях света народы всерьез относились к уходу за собой. Китайцы мыли тело регулярно, китайки для лучшего роста волос наносили на них ароматный экстракт кедра, в Индонезии для мытья волос местные жители изготавливали специальные средства из рисовой соломы и рисовой шелухи – все сжигалось, а пепел, который имел щелочные свойства, смешивался с водой до тех пор, пока не образовывалась пена. Далее смесь втирали в волосы и смывали, и они становились чистыми, но вместе с тем сухими. После этого индонезийцы увлажняли волосы кокосовым маслом. В результате этих поездок европейцы вместе с китайским чаем домой привезли привычку мыться.

Когда Восток окончательно вошел в сферу европейских интересов, англичане обосновались в Индии, которая казалась им особым миром, в который органично вписывались храмы для многочисленных богов, махараджи, заклинатели змей, грязь и нищета, жесткая кастовость, тропические инфекции. Вместе с тем из мутной реки Ганг индусы вытаскивали неожиданно хорошо отстиранное белье. Роскошные волосы богатых индусок так блестели на палящем солнце, что в них можно было смотреться, как в зеркало, а волосы колонизаторов в то же самое время слипались от жары и влаги. Таковую роскошь волос индусам обеспечивало их мытье с особыми травяными средствами с помощью втирания в волосы. Слово «шампунь» было заимствовано англичанами из хинди, от «чампа» – названия цветка, произрастающего в Индии, из которого делали масло для втирания в кожу головы (отсюда англ. Shampoo — «массировать»).

В Европе к концу XIX в. знали только мыло и золу, которые оставляли при применении на волосах белый налет, однако лишь немногие могли использовать для этих целей дорогостоящие масла. Ко-

нец XIX в. в Лондоне стал отправной точкой в истории шампуня, и с тех пор история моющих средств перестала быть безымянной. С именем англичанина Кейси Херберта связано изобретение первого шампуня, который был сухим порошком (смесь пудры из мыла и травы). Назывался этот порошок Shaampoo. С деньгами у Кейси Херберта было плохо, поэтому он продавал свой шампунь прямо на улице в Лондоне около своего дома. Стоит отметить, что торговля шла очень успешно, однако для настоящего успеха не хватало масштабов.

Вскоре идея Кейси оказалась заразной, рецептура шампуня была несложной, и аптекари в косметических отделах в собственных аптеках и лондонские парикмахеры в цирюльнях начали продавать пакетики с сухим порошком Shaampoo. Таким образом, Лондон в XX в. вошел в историю как место изобретения шампуня.

Несмотря на такой прорыв в области моющих средств, в это время в Германии мыли голову чем придется. Для удаления мыльного осадка немцы практиковали бензин или уксус. «Шампони́рование», или мытье бензином, представляло серьезную опасность, что подтверждает письмо Королевской технической комиссии ремесел (г. Берлин): «По данным, предоставленным полицией, каждый раз потребляется около полулитра бензина, все это количество испаряется без остатка, что может привести к огнеопасной и даже взрывоопасной ситуации, потому что смесь воздуха и паров бензина способна взрываться. Поэтому, на наш взгляд, следует немедленно запретить шампони́рование для мытья волос».

В 1903 г. в один из дней в Берлине произошло малоприметное событие. В небольшой аптечный магазин Ханса Шварцкопфа на Passauer Strasse зашла покупательница, которая поведала о маленьких пакетиках средства для мытья волос, которые она покупала не так давно в Англии. «Это так удобно! – восхищалась женщина, – было бы замечательно, если бы и у вас имелось что-то подобное, я могла бы пользоваться этим постоянно!» К тому времени Ханс в своей аптеке в дополнение к основному бизнесу открыл парфюмерный отдел (рис. 26). Несмотря на то что не всем были доступны его дорогостоящие духи, в целом дела шли хорошо. Но хотелось чего-то принципиально нового. С тех пор жизнь двадцатидевятилетнего Ханса перестала быть скучной. Оставалось воплотить в жизнь этот замысел.



Рис. 26. Аптечный магазин Ханса Шварцкопфа на Passauer Strasse

Химическое образование Шварцкопфа и его опыт работы с косметикой помогли ему с легкостью создать свой первый шампунь-порошок, который можно было представлять покупателям. Только Шварцкопф был не так прост, чтобы продавать порошок в безымянных упаковках: на пакетиках с его шампунем был изображен выдуманный им товарный знак, известный в настоящее время каждому, – силуэт головы черного цвета (Schwarzkopf в буквальном переводе с немецкого «черная голова») – рис. 27. Тогда это была голова мужчины. Теперь это был марочный продукт, в 1903 г. запатентованный Хансом Шварцкопфом.



Рис. 27. Логотип для шампуня, придуманный Шварцкопфом

Из-за удобства в применении шампунь стал востребованным продуктом даже для рачительных немцев (его цена составляла двадцать пфеннигов!). Выигрышным преимуществом полученного шампуня являлось то, что он не оставлял на волосах налета. Всего лишь

год потребовался, чтобы эти пакетики продавались во всех аптечных магазинах Берлина и импортировались в другие страны.

Однако для закрепления столь поразительного успеха требовалось идти дальше. Тогда Ханс совсем оставил аптечный бизнес и полностью направил свои усилия на производство и продажу шампуня. К тому времени у него появились новые идеи: Ханс в состав первого шампуня добавил экстракт фиалок, благодаря чему продукт приобрел выраженный тонирующий эффект и достаточно приятный запах. В дальнейшем он добавлял и прочие активные компоненты в рецептуру шампуня – пантенол, который глубоко впитывается в структуру волос, и миндальное масло, придающее им шелковистость (рис. 28).

Новое направление имело огромные перспективы, поскольку практически никто, кроме самого Шварцкопфа, средствами для волос в те времена не занимался.



*Рис. 28. Ассортимент шампуней Schwarzkopf*

При этом служебная комнатка в его аптечном магазине, в которой было сосредоточено все производство, стала тесной при таком размахе дела. 1904 год ознаменовался запуском первого завода по производству средств для волос компании Schwarzkopf в Берлине. Ассортимент шампуней рос быстро и насчитывал новые виды: ромашковый, кислородный, желтковый, травяной, березовый, ланолиновый, серный и с вытяжками смол. В 1905 г. товары этой компании добрались до России. Первая мировая война «законсервировала» это произ-

водство. Однако Ханс при первой возможности вновь открыл свой завод, а в 1919 г. производство вышло на новый, более качественный уровень. Это связано с выпуском нового продукта – Schaumpon (рис. 29).



Рис. 29. Новый продукт Schwarzkopf



Рис. 30. Первый жидкий шампунь

В возрасте 47 лет не стало первого «короля империи шампуня» – в феврале 1921 г. он скончался от сердечного приступа. Руководство заводом перешло к его супруге Марте, которая в дальнейшем даже расширила производство. Затем старший сын Ханса и Марты успешно продолжил дело родителей.

Ряд недостатков порошка шампуня (бумажные пакетики с шампунем промокали, наблюдались аллергические реакции) подтолкнули новое руководство на создание жидкой его формы (1927 г.). Жидкий шампунь лучше пенился и очищал волосы и кожу головы, его проще дозировать, он более экономичный. К концу 1927 г. компания запустила производство уже двух видов жидкого шампуня (рис. 30).

В то время темпы развития рынка туалетных средств были стремительными. В 1931 г. появляются первые конкуренты компании Schwarzkopf – группа компаний Hamburg Beiersdorf Group, которым удалось разработать собственную рецептуру шампуня. В 1934 г. французская фабрика L’Oreal представила на рынок состав для мытья волос без содержания мыла. Первый жидкий шампунь L’Oreal назывался Дор. Однако этот шампунь тяжело приживался на косметическом рынке. В результате исследований было выявлено, что причиной этому тот факт, что около 30 % французов вообще никогда не моют голову. Шампунь по-прежнему оставался дорогим удовольствием.



Это ценовое препятствие устроили американцы, которые первыми выпустили «масс-маркетинговый» шампунь (создан Джоном Бреком). Этот новый продукт многим был доступен по цене, хорошо продавался. Однако взрыва популярности это ему не принесло, поскольку большая часть жителей не привыкли тратить деньги на специальные средства для мытья волос. Для настоящего повсеместного успеха нужна была новая культура и новый культ чистоты. И Брек вспомнил, что реклама – это двигатель торговли. Реклама Breck Shampoo была практически первой, где помимо текста появилось качественное изображение, которое несло не меньшую смысловую нагрузку, чем сам текст. В 1936 г. сын основателя марки Breck Shampoo Эдвард Брек нанял коммерческого художника Чарльза Шелдона для изображения на рекламе шампуня девушек. В рекламном слогане компании Брек звучало, что волосы станут сияющими и мягкими, как у ребенка (рис. 31).



Рис. 31. Реклама шампуня марки Breck Shampoo

Художник создавал женственные романтические образы. Воцарилась идея чистоты – совершенный образ, сочетающий в себе целомудренность и аккуратность, т. е. чистоту внутреннюю и внешнюю. Вместо профессиональных моделей Шелдон изображал обычных женщин. Порядка полувек плакаты Брека олицетворяли идеал американской женщины – желанная, но непорочная естественная красавица (рис. 31). Со временем шампунь Breck стали олицетворять американ-

ский образ жизни: американские солдаты, высадившиеся после открытия Второго фронта в Европе в 1943 г., раздавали освобожденным жителям Старого Света конфеты, тушенку, жевательную резинку и шампунь Брек.

Следуя истории успеха Брека, компания Schwarzkopf в 1947 г. опять совершила косметическую революцию – ею был выпущен первый бесщелочной шампунь Onalcali, явившийся прообразом всех современных шампуней (рис. 32).



*Рис. 32. Бесщелочной шампунь Onalcali фирмы Schwarzkopf*

Да и Breck Shampoo не остался стоять на месте. Стратегия марки по-прежнему была направлена на успех и массовость. Ральдоф Уильям после смены на посту Шелдона (1950 г.) для рисунков чаще использовал уже профессиональных моделей (Ким Бессинджер, Брук Шилдс, Сибил Шепард). После смерти Уильямса рекламная традиция прекратилась, и девочки Брек остались только в музеях истории рекламы и поп-культуры. В более позднее время рекламная концепция компании Breck претерпела коренные изменения: «Шампунь Брек справится даже с масляными пятнами в Вашем гараже».

С тех пор прошло много лет, и дефицита в шампунях и в производителях не наблюдается. Вместе с тем иногда полезно вспомнить историю создания шампуня – моющего средства, без которого мы сейчас не представляем себе жизни.



### 1.2.2. Мыло

История мыла насчитывает более 6000 лет. По одной из версий, первое мыло было изобретено в Шумере – древнейшей цивилизации, существовавшей в IV–III тысячелетиях до н.э. Археологами были обнаружены шумерские таблички, на которых был описан процесс, очень похожий на изготовление мыла: смешанную с водой древесную золу кипятили, а затем растапливали в ней жир. Однако в табличках не говорится, как назывался этот раствор и для чего он применялся.

Согласно второй версии, история мыловарения началась в Древнем Египте. В древних папирусах описано, что мыло получалось

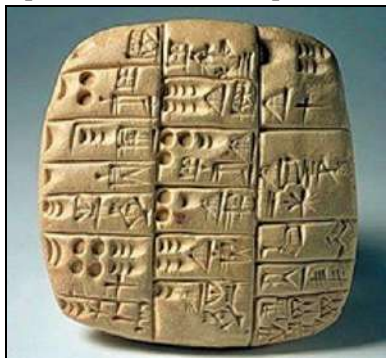


Рис. 33. Рецепт мыла  
из древнего Шумера

из животных и растительных жиров, нагретых вместе со щелочными солями и содой.

Существует и иная гипотеза, заслуживающая большего внимания. Химическая сторона обработки кожи и меха была известна еще со времени неолита. И. Г. Поварнин высказал предположение, что «зола – одно из первых минеральных веществ, химическое значение которого могло быть учтено первобытным человеком». Случайные наблюдения могли привести к ее применению при стонке

волоса одновременно с жированием кожи для смягчения. Смесь применялась для обработки шкур.

Надпись на цилиндре Гудеи (Двуречье, XXVI в. до н.э.) свидетельствует о второстепенном божестве, которое смешивало поташ с маслом для нужд бога Нингирсу. В работах И. Лурье, К. Ляпунова и др. сказано: «Упомянутое божество попросту состояло мыловаром». Мыло в косметических и лечебных целях активно использовалось и в арабских странах.

Первое мыло в более или менее современном значении этого слова появилось в Древнем Риме. По легенде, даже латинское слово *sapo* («мыло») происходит от названия горы Сапо в Древнем Риме, на которой совершались жертвоприношения. При сжигании жертвы выделялся жир, который смешивался с золой от костров. Во время дождя

эта масса стекала в Тибр, и жители, стиравшие в реке белье, в итоге заметили, что благодаря ей все отстирывается намного лучше. Собственно от слова *sapo* и произошли английское слово *soap*, итальянское *sapone* и французское *savon*.

А. В. Арциховский при описании бани в поселении Харакс, основанном римлянами (Крым, I в. н.э.), отмечает, что именно тогда было создано мыло, не применявшееся до этого никогда. Оно варилось из жира животных и древесной золы. Есть предположение, что издавна служивший косметическим целям зольный щелок мог смешаться с жиром, которым намазывали волосы.

С точки зрения химии процесс получения мыла довольно прост – это продукт нейтрализации свободных жирных кислот углекислыми солями, карбонатом натрия (сода) или калия (поташ), а также свободными едкими щелочами. Скорость процесса повышают нагревание и перемешивание, вместе с тем он идет и без этих вмешательств. Растительные масла и жиры всегда содержат определенное количество свободных жирных кислот.

*Поташ (карбонат калия,  $K_2CO_3$ ) – средняя соль калия и угольной кислоты. Ранее его получали путем водной экстракции из растительной золы с дальнейшей очисткой до необходимого уровня.*

О мыловарении в Римской империи упоминал еще римский историк Плиний Старший в своем 37-томном трактате «Естественная история», а при раскопках двух городов, погибших в 79 г. при извержении Везувия в Помпеях, была обнаружена мастерская мыловара. Обнаружили сохранившееся мыло и в Геркулануме. Но именно для мытья мыло стали использовать только со II века, когда врач Гален описал мыло, указав, что оно очищает от загрязнений не только одежду, но и тело. В то время при умывании лица римляне пользовались хиосской глиной и другими землями. Врач Самоник (III в. н.э.) рекомендует для очистки кожи лица натертое мыло. Чуть позже выделилась и профессия мыловара (сапонариуса), первое упоминание о которой встречается в работах Теодора Присциануса в 385 г. н. э., который писал и о мытье головы мылом.

В начале VII в. в Неаполе имелась гильдия мыловаров. В VIII в. стало известно о производстве мыла в *Испании*. В Марселе в IX в.



Рис. 34. Марсельское мыло (IX в.)

велось производство мыла и крупная торговля им, продавалось также мыло, поступавшее из стран Востока (рис. 34). Душистые масла доставлялись из Прованса.

По-видимому, в XIII в. мыло изготовлялось и в Париже. В дальнейшем первенство в выработке и международной торговле мылом перешло Венеции (XIII – XV вв.). Это связано с тем,

что во *Франции* и *Италии* в период развития феодализма был достигнут высокий уровень материальной культуры, сформировались капиталистические отношения. Мыло шло на стирку, нужды текстильной промышленности, личное его потребление в связи с расцветом городов. Домашняя варка мыла сокращалась.

В XV в. в *Италии* (г. Севон) начали впервые выпускать твердое мыло промышленным путем. При этом жиры соединялись не с золой, а с природной кальцинированной содой, что значительно снижало себестоимость полученного мыла. Это позволило значительно перевести мыловарение из разряда ремесленного производства в мануфактурное. XVI в. ознаменовался началом выработки отдушенных мыл в Неаполе и Болонье.

Мыловарение развивалось и в *Германии*. В 805 г. Карл Великий потребовал, чтобы во всех имперских доменах были ремесленники, среди которых имелся мыловар. Сведения XIII в. говорят о мыловарнях г. Гамбурга, сырьем в которых являлись зола и сало. К XIV и XV вв. гильдии мыловаров появляются уже в нескольких городах. Ремесленная выработка мыла развивалась слабо и медленно. Домашняя варка мыла практиковалась широко. Для варки мыла использовали говяжье, баранье, свиное, лошадиное сало, костяной, китовый и рыбий жир, отходы жиров различных производств. К ним добавляли и растительные масла – льняное, хлопковое.

В *Англии* центрами мыловарения в XIII в. были города Бристоль, Ковентри, Лондон. В XIV в. ввозилось испанское и черное мыло из *Франции*. Распространена была домашняя варка мыла, развивалась

и ремесленная выработка черного и белого мыла. Заимствовали технологию производства у французов, позднее и из Германии. Гиббс приводит рецепт мыла (1500 г.): на мыло шли сало, оливковое масло из Севильи, импортная зола и негашеная известь. В Англии находилось несколько крупных мыловарен, и отношение к этому ремеслу было очень серьезным. Например, в 1399 г. король Генрих IV основал орден, отличительной привилегией членов которого было мытье в бане с мылом. Также в Англии в XIV в. была создана особая Мыловарная гильдия, членам которой запрещалось даже спать под одной крышей с представителями других ремесел во избежание раскрытия секретов мыловарения. Именно в Англии был выдан первый патент на производство мыла – это произошло в 1662 г.

Секреты изготовления мыла на Руси унаследовали от Византии. Собственные мастера-мыловары появились только в XV столетии. История мыловарения в России своими корнями уходит в допетровскую эпоху. В каждом доме было налажено производство мыла из поташа и животных жиров. Увеличилось число мелких мыловаренных мастерских ввиду богатства России древесиной, так как в основе поташа лежала именно зола. Поташ стал одним из основных продуктов экспорта, что привело к массовой вырубке лесов. К началу царствования Петра I остро встал вопрос поиска более дешевого заменителя поташа. Французский химик Николас Лебман смог получить из поваренной соли соду, которая вытеснила поташ.

Гаврила Ондреев завел в Твери «поварню мыльную с котлом мыльным и со всей поряднею». Своим мылом прославилась фабрика города Шуи (XVIII столетие). Даже на гербе этого города изображен брусок мыла (рис. 35). В современной Шуе существует музей мыла и проводятся конкурсы резьбы по мылу.

Для развития русского мыловарения были весьма благоприятные условия: большие запасы сала, огромные лесные массивы. «Поташным делом» занимались целые деревни. Рубили деревья, жгли их в котлах тут же в лесу, а золу заваривали, делали щелок, выпаривали его, получая поташ. Производство мыла было организовано и в Москве.



*Рис. 35. Герб города Шуя*

Широко известны были московские фирмы – фабрика Ладыгина (мыло фабрики Ладыгина считалось лучшим после итальянского), фабрика Альфонса Ралле «Ралле и К» (в настоящее время – фабрика «Свобода») и наиболее известная парфюмерная фабрика Брокара.

Основатель фабрики (1864 г.) Генрих Афанасьевич Брокер был и «королем» парфюмерии в России, а начинал он свое дело с нуля. Перво-

начально оборудование его фабрики состояло из трех котлов, дровяной печи и каменной ступки. Позже ручной труд на фабрике



*Рис. 36. Фабрика Брокара*

во многом заменили паровые машины. В первое время на фабрике работали всего три человека, которые производили в день от 60 до 120 кусков мыла. Сначала Брокер производил дешевое мыло, но после того, как торговля пошла лучше, он стал выпускать дорогие духи, одеколоны и мыло. Брокер постоянно заботился о том, чтобы его продукция была оригинальной. Он первым начал выпускать специ-

альное мыло для детей, на каждом куске которого была вытиснена буква русского алфавита. Его мыло «Огурец» так походило на настоящий овощ, что покупалось даже из одного любопытства. В начале XX столетия много покупателей с удовольствием покупали мыло, которое не тонет в воде. Оно хорошо держалось на плаву за счет воздушной полости внутри мыльного куска. Однако вскоре на рынке появилось огромное количество подделок, так что фирме Брокара пришлось всерьез заняться защитой своей продукции. В Департаменте торговли и Министерстве финансов была утверждена особая этикетка (прообраз современных торговых марок), которую наклеивали на всю продукцию знаменитого француза (рис. 37).



Рис. 37. Этикетки первого русского мыла и духов

В 1839 г. по высочайшему соизволению императора Николая I было учреждено Общество для выделки стеариновых свечей, олеина и мыла. В том же году принадлежащий обществу Санкт-Петербургский Невский завод начал производство этих товаров, и потому 1840 г. считается датой рождения знаменитой косметической линии «Невская косметика», которая пользовалась в дореволюционной России большой популярностью. В 1868 г. создается Невское стеариновое товарищество, которое быстро приобрело известность не только в России, но и в мире благодаря отменному качеству изделий. Уже в начале XX в. оно представляло собой солидное предприятие – производило туалетное и хозяйственное мыла, глицерин, стеарин и свечи порядка 40 разновидностей. Истинную славу российским мыловарам принесло мыло «Нестор», которое получило на Парижской выставке 1878 г. международное признание и золотую медаль (рис. 38). Во время Первой мировой войны данное предприятие поставляло на фронт свечи, мыло, диамитный глицерин. В конце 20-х и в 30-е годы ассортимент мыла расширился («Ленинград», «Нева», «Петергоф», «Шипр»). Качество продукции оставалось традиционно высоким. В 1937 г. на Всемирной выставке в Париже мыло «Нева» было отмечено золотой медалью и дипломом.





*Рис. 38. Мыло «Нестор» производства «Невское стеариновое товарищество»*

Особо остановимся на истории создания казанского химического комбината ОАО «Нэфис Косметикс». Московские фабриканты и купцы братья Крестовниковы в 1855 г. создали стеариново-свечной завод в г. Казани, который уже спустя полгода начал выпускать продукцию. Поначалу завод был ориентирован только на производство самого востребованного товара того времени – свечей. С другой стороны, от этого производства оставались незадействованными часть свечного сала и олеиновая кислота, которые было жалко выбрасывать. В связи с этим Крестовниковым пришла в голову мысль выпускать на фабрике еще и мыло. Первое мыло было жидким и шло в красильное дело на нужды казанских текстильщиков. В 1856 г. Крестовниковыми было освоено производство так называемого глыбного твердого мыла. Благодаря высокому качеству продукция стеариново-свечного завода пользовалась повышенным спросом с первых лет основания – их свечи были и белее, и ровнее, и горели дольше. Товары фабрики Крестовниковых вскоре были оценены и на международном уровне.





*Рис. 39. Стеариново-свечной завод братьев Крестовниковых*

В 1861 г. завод получил большую золотую медаль от Экономического общества, а также серебряную медаль от Министерства финансов России. В этом же году Крестовниковым разрешили использовать на своих изделиях и выставках изображение Государственного герба России, что придавало им почетный статус поставщика мыла для императорского двора.



*Рис. 40. Мыло завода Крестовниковых с изображением Государственного герба России*

За границей Крестовниковы продавали глицерин в Париже, Лондоне и Берлине, а в 1897 г. в Германию и Францию была отправлена пробная партия «Казанского мыла», которое «приобрело прекрасный спрос», после чего экспорт мыла достиг нескольких тысяч пудов (в 1898 г.). В первом десятилетии XX в. на стеариново-

олеиновом заводе впервые была найдена возможность для промышленного расщепления растительных жиров и получения саломасла для свечей и мыла без использования самого сала. Предшествующие этому событию исследования длились 41 год.

В XX век предприятие вступило крупнейшим в отрасли переработки жиров. По существу и характеру объединяемых основных производств это комбинированное предприятие, передовое и конкурентоспособное, с необходимой базой вспомогательной, энергетической и торговой сферы. Эти преимущества наряду с благоприятным географическим расположением обеспечили заводу особую устойчивость и выживаемость во все времена, и особенно в периоды промышленных кризисов. В настоящее время группа компаний «НЭФИС» – один из крупнейших в России производителей товаров массового повседневного спроса, в том числе и мыла.

### **1.3. Принципы классификации косметических средств**

Трудно представить себе жизнь современного человека без косметических средств. Однако в связи с огромным разнообразием косметических товаров, современной тенденцией их многофункциональности, расширением ассортимента и природы ингредиентов, стремлением производителей создавать и позиционировать продукты с высоким содержанием натуральных компонентов единая общепризнанная классификация косметических средств в настоящее время отсутствует. Не разработан и стандарт по терминологии косметической продукции.

Слово «косметика» впервые было использовано в 1867 г., во время проведения международной выставки в Париже, где парфюмерная и мыловаренная промышленность выставляли свою продукцию отдельно от фармацевтической. Вскоре в результате симбиоза из парфюмерии и мыловарения возникла отдельная отрасль, которую мы теперь называем косметической промышленностью.

Термин «косметология» впервые был предложен в 1934 г. на международном конгрессе дерматологов в Бухаресте – «это научная дисциплина, занимающаяся вопросами создания и применения косметических средств».

*В 1938 г. Американское управление по пищевым продуктам и лекарствам определило косметические средства как «продукты, наносимые на поверхность кожи с целью ее очистки, повышения привлекательности или изменения внешнего вида, но без изменения структуры и функции организма».*

Конечно, в настоящее время это определение не совсем соответствует некоторым инновационным продуктам, оказывающим влияние на биохимию кожи (например, клеточная косметика, космецевтика, средства для автозагара и пилинга и т.д.).

Несмотря на отсутствие универсальной классификации косметических средств, рассмотрим некоторые принципы, в соответствии с которыми косметические средства классифицируются как товарная продукция. Во многих учебниках и учебных пособиях рассматривается классификация косметических средств, разработанная советским косметологом и парфюмером Р. А. Фридманом еще в 1935 г. и получившая распространение во всем мире. *Согласно Р. А. Фридману*, косметика делится на следующие подгруппы:

- гигиеническая и лечебно-профилактическая;
- декоративная;
- театральная (профессиональная или сценическая);
- врачебная (лечебная).

*Гигиеническая и лечебно-профилактическая косметика* предназначена для предохранения кожи, зубов, волос, ногтей от вредного влияния внешней среды, микробиологических воздействий, а также для сохранения и поддержания их в здоровом и красивом состоянии.

*Декоративные средства* предназначены для украшения или изменения внешности путем маскировки (скрытия или затушевывания) недостатков внешности человека.

*Театральные или сценические средства* применяют актеры для цветотональной моделировки лица, волос, кожи тела. Это разнообразные гримы, клеи, средства для снятия грима и др.

*Врачебные (лечебные) средства* реализуются через аптеки по рекомендации врача-косметолога или дерматолога и применяются под непосредственным его контролем в строго индивидуальном порядке.

Очевидно, что эта классификация несовершенна и не вполне соответствует современному состоянию производства и потребления косметических средств.

*В товароведении* косметические товары по уходу за кожей классифицируются по следующим признакам:

1) по функциональному действию (гигиенические, защитные, косметические, декоративные, лечебно-профилактические, специальные);

2) назначению (очищающие, увлажняющие, питательные, защитные, лечебно-профилактические, специальные);

3) консистенции (жидкие, твердые, мазеобразные, порошкообразные);

4) половозрастному признаку (для женщин, мужчин, детей, молодой кожи, зрелой кожи);

5) в зависимости от типа кожи (для нормальной кожи, сухой кожи, жирной кожи, смешанного типа кожи).

***Классификация средств по уходу за кожей.*** Средства по уходу за кожей подразделяют на следующие группы

*1. Средства гигиенические (очищающие).* Очистка кожи заключается в удалении ее загрязнений и в отделении верхнего рогового слоя. К этой группе относятся: скрабы (для глубокой очистки), кремы и маски очищающие (для удаления загрязнений с поверхности кожи), лосьоны и тоники, мицеллярная вода, пенки для умывания, пены для ванн, гели для душа, гели-гоммажи, эксфолианты, жидкие и туалетные мыла, косметические салфетки, гидролаты, термальная вода.

*2. Средства косметические.* Предназначены для придания красивого вида коже путем ухода – увлажнения, питания). С учетом их целевого использования выделяют:

– *средства для ухода за кожей лица* (кремы, молочко, сливки, сыворотки, спреи, гели, маски в зависимости от типа кожи и времени их применения, из косметики для мужчин – кремы и лосьоны до и после бритья, гели и бальзамы после бритья);

– *средства для ухода за кожей тела* (кремы, молочко, лосьоны, масла для душа, бальзамы, спреи, крем-мыло, маски и обертывания, косметические масла, желе и мармелады);

– *средства для ухода за кожей вокруг глаз* (кремы, гели, сыворотки, обладающие смягчающим и увлажняющим действием, снимающие припухлость, придающие коже упругость);

– *средства для ухода за губами* (кремы, бальзамы, гигиенические помады, эликсиры, масла, предназначенные для питания, смягчения и защиты);

– *средства для ухода за кожей рук* (кремы, гели, лосьоны, маски, бальзамы, эксфолианты);

– *средства для ухода за кожей ног* (лосьоны, кремы, бальзамы, гели, молочко, ванночки для ног).

*3. Средства защитные:*

– *солнцезащитные* (лосьоны, кремы, молочко, масла, автозагар, спреи, которые содержат вещества, являющиеся УФ-фильтрами);

– *защитающие от вредного воздействия факторов среды* (жирные кремы, безводные кремы от обморожения, косметический вазелин, масла, биоперчатки).

*4. Лечебно-профилактические средства.* Обладают профилактической, успокаивающей функцией, рекомендуются при повышенном потоотделении, угревой сыпи, перхоти и т.д.. К ним относятся дезодоранты, антиперспиранты; соли для принятия ванн; кремы и масла для укрепления и роста ногтей; мыло, кремы, лосьоны от угревой сыпи; шампуни и бальзамы от перхоти и т.д.

*5. Специальные средства.* Кремы для массажа, депиляции и средства для шугаринга, отбеливающие кремы, пилинги., антицеллюлитные средства, краски для татуажа и т.д.

***Классификация средств для ухода за волосами и кожей головы.*** Средства для ухода за волосами и кожей головы по функциональному назначению делятся на следующие группы:

*1. Средства по уходу за кожей головы* (кремы, бальзамы, маски, масла питающие, стимулирующие обменные процессы в коже головы, а также лосьоны тонирующие, регулирующие функции сальных желез, спреи);

*2. Средства для мытья головы и ухода за волосами.* В зависимости от типа волос и половозрастного признака (шампуни, кондиционеры, бальзамы, ополаскиватели, маски, масла, сухие шампуни);

*3. Средства для окраски волос.* Классифицируются следующим образом:

1) *в зависимости от происхождения:* натуральные (хна, басма) и химические;

2) по стойкости краски:

- нестойкие (смываются после первого мытья) – тушь для волос, лаки, пенки оттеночные;
- относительно стойкие (смываются после 6 – 8 процедур мытья) – оттеночные краски, шампуни, бальзамы;
- стойкие – крем-краски.

Отдельную группу составляют средства для обесцвечивания волос – краски для блондирования (осветления) и мелирования волос (окраска тонкими прядями);

4. *Средства для укладки волос и сохранения прически.* Предназначены для укладки, моделирования, увеличения объема, фиксации прически (муссы, пенки, гели, воски, спреи, лаки).

**Классификация декоративной косметики.** Ассортимент декоративной косметики в зависимости от назначения подразделяют на следующие группы:

1. *Средства для лица:* основа под макияж, пудра, румяна, тональный крем, маскирующие карандаши, консилеры, хайлайтеры.

2. *Декоративная косметика для губ:* губная помада, контурный карандаш, блеск для губ, лак для губ, праймер.

3. *Средства для глаз:* тени для век, карандаш и жидкая подводка для глаз, тушь для ресниц, карандаш для бровей.

4. *Декоративные средства для ногтей:* лак-основа, цветной лак, закрепитель лака, лак лечебный, жидкость для снятия лака, праймер, гель-лак, растворитель лака, средства для кутикулы.

**Классификация средств для ухода за полостью рта.** К ним относят: зубные порошки, зубные пасты, зубные эликсиры, бальзамы и ополаскиватели, дезодоранты.

Значительное распространение получила *маркетинговая классификация* косметических средств. Мировая классификация, которую предлагает Ассоциация независимых экспертов (Швейцария):

*I категория Mass Market (масс-маркет)* – это относительно недорогая косметика, производимая огромными партиями. Состав относительно прост, натуральные компоненты присутствуют в ограниченном количестве или вообще отсутствуют. Представители данного класса: Herbina, E. L. Erman, AVON, Oriflame, Faberlic.



*II категория Middle Market (мидл-маркет).* Это косметика среднего класса, что обуславливает ее более высокий уровень и качество. Средства по уходу за кожей этой категории содержат природные биологически активные вещества (их доля составляет от 30 до 60 %), консерванты природного происхождения. Представители данного класса: Revlon, L'Oreal, Mary Kay, Bourjois, Lancome, Yves Rocher и др.

*III категория – класс LUX (люкс).* Косметику этого класса можно назвать «косметикой высоких технологий». Производители имеют свои научно-исследовательские лаборатории, дизайнеров, маркетологов и т.п. В косметике класса люкс биологически активные компоненты составляют порядка 70 – 80 %. Используется растительное сырье наивысшего качества, а консерванты – только натуральные. Данная косметика не имеет эффекта привыкания, при ее отмене не наблюдается быстрое старение кожи.

К данной категории относится и так называемая органическая косметика. Этот новый термин относится к практически натуральным композициям. Представители данного класса – это дома Высокой моды, в первую очередь Elizabeth Arden, Nina Ricci, Helena Rubinstein, Yves Saint Laurent, что обуславливает ее качество и дизайн.

*IV категория – косметика для профессионалов.* Концепция данного направления косметических средств – мгновенное удовлетворение потребности клиента и привязка его к салону красоты. Быстрый визуальный эффект достигается наличием в составе быстродействующих фармацевтических компонентов. Эта косметика обладает ярко выраженным эффектом привыкания.

*V категория – лечебная косметика (космецевтика).* Косметические средства этого класса способны не только внешне улучшить состояние кожи, но и, работая на клеточном уровне, оказывать терапевтический эффект. Кожа человека состоит из трех слоев (уровней): эпидермиса, дермы и гиподермы (или подкожной жировой клетчатки). Лечебную косметику также разделяют на три уровня в зависимости от степени проникновения в слои кожи. Космецевтика продается исключительно в аптеках.



*Рис. 41. Пеномоющие и очищающие косметические средства на водной основе*

По классификатору Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного союза (ТН ВЭД ТС) косметические товары относятся к группе 33 «Эфирные масла и резиноиды; парфюмерные, косметические или туалетные средства» и группе 34 «Мыло, поверхностно-активные органические вещества, моющие средства, смазочные материалы, искусственные и готовые воски, составы для чистки или полировки, свечи и аналогичные изделия, пасты для лепки, пластилин, «зубоврачебный воск» и зубоврачебные составы на основе гипса». В этих группах приведен подробный ассортимент косметических продуктов. Каждая группа, как и раздел, делится на разное количество товарных позиций. Так, 33-я группа имеет семь товарных позиций – 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 33 07. Поскольку товарная позиция не дает полной характеристика товара, например «Духи и туалетная вода» (название товарной позиции 33013), но духов и туалетной воды много, поэтому, чтобы найти нужный нам товар, необходима дальнейшая детализация товарной позиции на субпози-

ции, которые также имеют свое имя и цифровое обозначение, состоящее из шести цифр. Первые четыре цифры – от товарной позиции, в которую входит субпозиция, а две последние пристраиваются рядом. Например, 3304 10 показывает, что товар находится в позиции 3304 – «Косметические средства или средства для макияжа и средства для ухода за кожей (кроме лекарственных), включая средства против загара или для загара; средства для маникюра или педикюра», а 3304 10 означает средства для макияжа губ. В ТН ВЭД перечислены только те товары, которые наиболее часто перемещаются через таможенную границу.

## **2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОМОЮЩИХ И ОЧИЩАЮЩИХ КОСМЕТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ**

Современные косметические средства в большинстве своем являются гетерогенными системами, получение и применение которых основано на закономерностях коллоидной химии. Они преимущественно содержат две и более контактирующие фазы различной природы. Термин «межфазная граница» принято относить к границе между двумя несмешивающимися фазами, термин «поверхность» указывает на то, что одной из фаз является газ, как правило воздух. Таким образом, можно выделить пять различных межфазных границ, которые имеют место и в косметических средствах:

1. Жидкость – газ (пенные системы – шампуни, гели для душа, жидкое мыло, пены для ванн, аэрозоли) – см. рис. 42а.

2. Твердое тело – газ (пудры, сыпучие ингредиенты, пигменты, косметические глины) – см. рис. 42б.

3. Твердое тело – жидкость (декоративная косметика, косметические суспензии, зубные пасты, солнцезащитные средства, косметические гели, лаки для ногтей, маски и скрабы, блеск для губ) – см. рис. 42в.

4. Твердое тело – твердое тело (прессованные средства, карандаши, губная помада) – см. рис. 42г.

5. Жидкость – жидкость (косметические эмульсии – кремы, молочко, сыворотки, краски и бальзамы для волос) – см. рис. 47д.

Даже в тех средствах, которые на первый взгляд представляют собой растворы, могут присутствовать мицеллы ПАВ, наночастицы экстрактов и другие ультрамикрогетерогенные коллоидные системы.

Регулирование межфазных явлений во многом определяет свойства готовых косметических продуктов, процессы их производства и использования, стабильность при хранении, взаимодействие с кожей и волосами, эффективность действия.

В дальнейшем мы неоднократно будем возвращаться к таким понятиям и явлениям, как поверхностное и межфазное натяжение, адсорбция, смачивание, растекание, адгезия, мицеллообразование, пенообразующая способность.



Рис. 42. Гетерогенные косметические средства с различными межфазными границами (*a–д*)

Для более глубокого понимания процессов, в основе которых лежат межфазные взаимодействия, рассмотрим термодинамические аспекты явлений, протекающих на границе раздела фаз.

Способы описания поверхностных явлений:

- метод конечной толщины;
- метод Гиббса – метод избыточных величин.

**Метод конечной толщины.** Реальная межфазная граница имеет поверхностный слой конечной толщины (рис. 43). При этом  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\sigma$  рассматриваются как отдельные фазы.

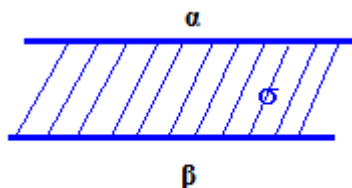


Рис. 43. Толщина реальной межфазной границы

Изобарно-изотермический потенциал:

$$G = G^{\alpha} + G^{\beta} + G^{\sigma},$$

где  $G^{\sigma}$  – свободная поверхностная энергия.

Внутренняя энергия:

$$U = U^{\alpha} + U^{\beta} + U^{\sigma}.$$

Число частиц:

$$N = N^{\alpha} + N^{\beta} + N^{\sigma}.$$

Объем:

$$V = V^{\alpha} + V^{\beta} + V^{\sigma}.$$

Вместе с тем не известно, что представляет собой фаза  $\sigma$ . В граничном слое все термодинамические параметры испытывают резкие изменения (концентрация компонентов, давление и температура). Вид функций, описывающих изменение свойств в граничном слое, неизвестен. Толщина этого слоя тоже неизвестна. Считается, что она не



превышает 1 нм. В связи с этим данный метод менее распространен, чем метод Гиббса.

**Метод Гиббса – метод избыточных величин.** Реальную межфазную поверхность Гиббс заменил на идеализированную поверхность нулевой толщины и назвал ее *разделяющей поверхностью*. Значения термодинамических параметров контактирующих фаз сохраняются постоянными вплоть до разделяющей поверхности. Свободную поверхностную энергию на разделяющей поверхности можно представить на основе I и II законов термодинамики в виде изменения энергии Гиббса:

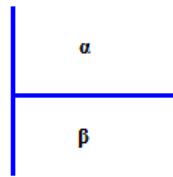


Рис. 44. Гипотетическая разделяющая поверхность с толщиной  $\delta = 0$  и с определенной величиной  $\sigma$

$$dG \leq -SdT + VdP + \sum \mu_i dn_i + \sigma dB + \phi dq ,$$

где  $S$  – энтропия;  $\mu$  – химический потенциал;  $n_i$  – число молей;  $B$  – площадь поверхности раздела;  $\sigma$  – удельная свободная поверхностная энергия или поверхностное натяжение;  $\phi$  – электрический потенциал;  $q$  – заряд поверхности. Данное уравнение характеризует изменение поверхностной энергии на всей разделяющей поверхности.

Величина  $\sigma dB$  определяет влияние на свободную поверхностную энергию изменения площади поверхности раздела фаз в гетерогенных системах. Если система гомогенна, то это слагаемое отсутствует. В условиях изобарно-изотермического процесса  $dT=0$ ;  $dP=0$ , и в отсутствие электростатического и физико-химического взаимодействия между фазами

$$\delta G = \sigma dB ;$$

$$\sigma = \left( \frac{\delta G}{dB} \right)_{T, P, n, q} .$$

Индексы означают, что все эти величины: давление, температура, заряд, число молей – постоянны.

Изменение энергии Гельмгольца:

$$dF \leq -SdT + PdV + \sum \mu_i dn_i + \sigma dB + \phi dq.$$

В условиях изохорно-изотермического процесса  $dT=0$ ;  $dv=0$ , и в отсутствие электростатического и физико-химического взаимодействия между фазами

$$G = \sigma B;$$

$$\sigma = \left( \frac{\partial G}{\partial B} \right)_{T,V,n,q}.$$

Поверхностное натяжение определяет свободную поверхностную энергию в расчете на единицу площади раздела фаз. Оно эквивалентно удельной свободной поверхностной энергии.

Приведем окончательное определение поверхностного натяжения:

*Поверхностное натяжение есть частная производная от энергии Гиббса по площади поверхности раздела фаз при постоянных температуре и давлении в отсутствие химических, электрических и других видов взаимодействий.*

Если система однокомпонентна, то

$$\sigma = \frac{G}{B}.$$

*Поверхностное натяжение равно энергии Гиббса в расчете на единицу площади поверхности раздела фаз.*

Энергия тесно связана с понятием работы. Представим исследуемую систему.

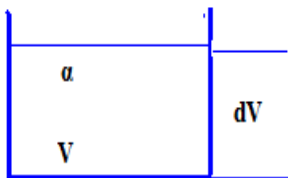


Рис. 45. Увеличение объема системы на величину  $dV$

Избыток величины энергии:

$$G = G^{\alpha} + G^{\beta} + G^{\sigma},$$

$$G^{\sigma} = G - G^{\alpha} - G^{\beta}.$$

Если мы произведем над системой механическую работу по вытягиванию ее объема на величину  $dV$ , увеличивая при этом площадь поверхности, то поверхностное натяжение будет этому препятствовать. Работа будет равна

$$\delta W = p dV - \sigma dB,$$

где  $p dV$  – работа расширения;  $\sigma dB$  – работа, проделанная над системой.

Если  $dV=0$ , то

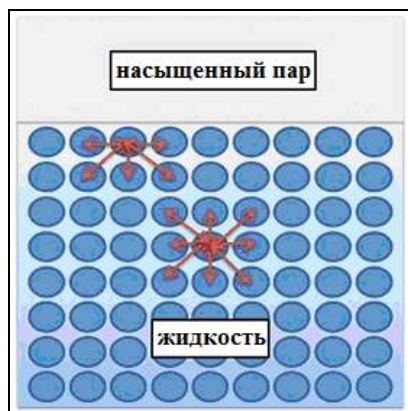
$$\delta W = -\sigma dB.$$

Отсюда следует важный вывод:  $\sigma$  всегда  $> 0$ , потому что если бы  $\sigma$  было  $< 0$ , то  $\delta W > 0$ , т. е. физически это соответствовало бы системе, которая стремилась бы максимально увеличить поверхность, а это было бы термодинамически невыгодно. Следовательно,  $\sigma$  всегда  $> 0$ .

Отсюда следует определение: *поверхностное натяжение – это работа, которую необходимо затратить, чтобы увеличить поверхность на единицу площади.*

**Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения.** Почему же поверхность сопротивляется увеличению и для этого нужно затрачивать работу? Кроме того, как уже было отмечено ранее,  $\sigma$  – это мера избытка поверхностной энергии. Как возникает этот избыток, а именно удельная свободная поверхностная энергия?

Выделим одинаковые молекулы на поверхности и в объеме фазы. В объеме межмолекулярное взаимодействие выделенной молекулы с окружающими такими же молекулами взаимно компенсируется. Суммарная равнодействующая всех сил равна нулю. На поверхности со стороны жидкости на выделенную молекулу действуют такие же молекулы, а со стороны газа – молекулы газа. Но в газах межмолекулярное взаимодействие слабее, молекулы расположены разреженно. Возникает нескомпенсированность межмолекулярного взаимодействия,



*Рис. 46. Межмолекулярное взаимодействие в объеме и на поверхности жидкости*

которая проявляется в том, что равнодействующая всех сил не равна нулю, а направлена в объем фазы перпендикулярно поверхности. Эта сила называется *силой внутреннего давления*  $P$ . У выделенной молекулы сохраняется способность к взаимодействию. Эта нереализованная способность и характеризует избыточную свободную поверхностную энергию. Она не является особой формой энергии, а определяется положением молекул на границе раздела фаз.

*Поверхность раздела фаз обладает избытком нескомпенсированной энергии, этот избыток в расчете на единицу площади поверхности раздела фаз и составляет удельную свободную поверхностную энергию, или поверхностное натяжение.*

Любая система стремится к уменьшению энергии. Так как эта величина прямо пропорциональна площади поверхности, то, чем меньше поверхность, тем меньше энергия. Если на поверхности жидкости образуется гребень, то он исчезает. Нескомпенсированное межмолекулярное взаимодействие обуславливает появление тангенциальной силы. Такая сила, действующая на единицу длины периметра, ограничивающего поверхность жидкости, определяет силовой аспект поверхностного натяжения. Молекула, которая может первоначально быть расположена выше двух других, втягивается в объем и расталки-

вает соседние молекулы. Тангенциальная искривлениям поверхности сила как бы «натягивает» поверхность, отсюда и происхождение термина «поверхностное натяжение».

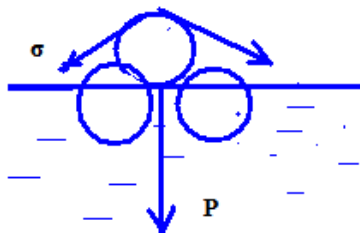


Рис. 47. Силовой аспект поверхностного натяжения

Взаимосвязь энергетического и силового аспектов проявляется и в размерности величины поверхностного натяжения:

$$\begin{aligned} \sigma & \text{ — сила [Н/м]; } \sigma \text{ — энергия [Дж/м}^2\text{];} \\ [\text{Дж}] &= [\text{Н} \cdot \text{м}]; [\text{Дж/м}^2] = [\text{Н} \cdot \text{м} / \text{м}^2] = [\text{Н/м}] \text{ — работа.} \end{aligned}$$

Для индивидуальных жидкостей без примесей значения поверхностного натяжения в силовом и энергетическом выражении одинаковы, для растворов — не совпадают. Для разбавленных растворов этим различием можно пренебречь.

Если нескомпенсированность межмолекулярного взаимодействия исчезает, то  $\sigma=0$  — граница раздела исчезает, и система превращается в гомогенную.  $\sigma=0$  в критическом состоянии, когда две фазы находятся в термодинамическом равновесии (испарение). Самое низкое поверхностное натяжение наблюдается для сжиженных газов:

- для  $\text{O}_2$  — 13 мДж/м<sup>2</sup>;
- для  $\text{H}_2$  — 2,25 мДж/м<sup>2</sup>;
- для He — 0,22 мДж/м<sup>2</sup>.

Силиконы, кремнийорганические жидкости характеризуются значениями поверхностного натяжения  $\sigma = 15\text{--}22$  мДж/м<sup>2</sup>; растительные масла и жидкие ПАВ —  $\sigma = 28\text{--}36$  мДж/м<sup>2</sup>; молоко —  $\sigma = 45\text{--}60$  мДж/м<sup>2</sup>; сухое вино —  $\sigma = 46\text{--}52$  мДж/м<sup>2</sup>; вода —  $\sigma = 72,75$  мДж/м<sup>2</sup>; ртуть —  $\sigma = 483$  мДж/м<sup>2</sup>; расплав металла —  $\sigma = 826$  мДж/м<sup>2</sup>.

С проявлением поверхностного натяжения мы сталкиваемся часто. Поверхностное натяжение позволяет поверхности воды выдер-

жать вес небольших предметов, таких как иголка, копейка, водяные пауки – водомерки.



*Рис. 48. Проявление силы поверхностного натяжения*

Образование новой поверхности можно условно представить в виде двух стадий. На первой стадии после образования поверхности молекулы на ней первоначально остаются в том же положении, которое они занимали ранее в объеме. В процессе второй стадии молекулы перегруппировываются и занимают равновесное положение. В жидкости обе эти стадии реализуются одновременно и быстро, а в твердом теле вторая стадия может идти медленно или вовсе отсутствовать. В результате образующаяся поверхность твердого тела становится неоднородной: возникают неровности и различное расположение молекул на границе раздела фаз. Это сказывается на поверхностном натяжении. Принято, что термин «поверхностное натяжение» относится в большей степени к жидкостям. Для твердых тел более применим термин «свободная поверхностная энергия», которую следует рассматривать в определенной точке поверхности или представлять в качестве усредненной величины. Поверхностное натяжение на границе раздела двух конденсированных фаз принято называть межфазным натяжением, а поверхностное натяжение обычно относят к тем случаям, когда одна из фаз – газ. В косметических средствах необходимо оценивать как поверхностное натяжение (в процессах пенообразования), так и межфазное (в эмульсиях и суспензиях).



Для однокомпонентной системы можно записать

$$G = \sigma B.$$

Продифференцировав это уравнение, получаем для процесса

$$dG = \sigma dB + B d\sigma.$$

Самопроизвольный процесс, когда  $dG < 0$ , может иметь место, если  $dB < 0$  и  $d\sigma < 0$ , поскольку  $B$  и  $\sigma$  всегда больше 0. Отсюда следует, что уменьшение площади поверхности – термодинамически выгодный процесс. С этим связано то, что поверхность жидкости гладкая и то, что минимальная поверхность при данном объеме – правильная сфера (сферическая форма капель в эмульсии, жидкости – в невесомости). Термодинамически выгодным процессом является и снижение поверхностного натяжения.

Таблица 1

### Характеристика самопроизвольных процессов

| Самопроизвольные процессы<br>$dG < 0$   |  |
|---|--|
| ↓ поверхности раздела фаз   | ↓ поверхностного натяжения               |
| Образование сферической и гладкой поверхности                                   | Образование новой поверхности            |
| Укрупнение частиц (коагуляция, коалесценция, изменение размера мыльных пузырей) | Адгезия, адсорбция                       |
| Механические процессы (перемещение одной фазы относительно другой)              | Образование двойного электрического слоя |

## 2.1. ПАВ и их роль в процессах получения и применения косметических средств

Важнейшими ингредиентами широкого ассортимента косметических продуктов являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). Они выполняют функции пенообразователей и пеностабилизаторов в пеномоющих композициях, эмульгаторов – при получении косметических эмульсий, гомогенизаторов и диспергаторов – в декоративной косметике, обладают очищающим действием в

лосьюнах, тониках, зубных пастах. Рассмотрим основные аспекты коллоидно-химических свойств ПАВ.

*Поверхностно-активные вещества – это вещества, которые способны накапливаться на границе раздела фаз, существенно понижая поверхностное (межфазное) натяжение. Это органические соединения, имеющие дифильное (амфифильное) строение, т. е. состоящие из полярной группы и неполярного углеводородного радикала.*

Поверхностной активностью в отношении неполярной фазы (газ, углеводородная жидкость, неполярная поверхность твердого тела) обладает углеводородный радикал, который выталкивается из полярной среды.

Термин «амфифил» часто используется как синоним ПАВ. Этот термин происходит от греческого слова *amphi*, означающего «оба». Его использование связано с тем, что молекулы всех ПАВ состоят по крайней мере из двух частей, одна из которых растворима в жидкости, а вторая – нерастворима или ограниченно растворима. Если жидкость – вода, говорят о гидрофильных и гидрофобных частях молекулы соответственно. Гидрофильную часть обычно называют полярной группой или «головой», а гидрофобную часть – радикалом или «хвостом». В косметических средствах используются жидкости различной природы.



Рис. 49. Схематичное изображение молекулы ПАВ

Однако традиционно мы рассматриваем поверхностную активность таких соединений относительно воды, которая составляет основу пеномоющих средств и водную фазу эмульсий.

К гидрофильным полярным группам относятся функциональные группы, в которых электронная плотность неравномерна. Как правило, они содержат гетероатом – кислород, серу, азот, фосфор. Благодаря наличию неподеленных пар электронов эти группы можно представить в виде диполя. Это группы  $\text{COOH-}$ ,  $\text{SO}_3\text{H-}$ ,  $\text{NH}_2-$ ,  $\text{OH-}$ ,  $\text{PO}_3\text{H-}$ ,  $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-}$  и т. д.

Гидрофобная часть молекулы ПАВ может быть линейной или разветвленной. Полярная группа, как правило, не всегда присоединена к концу алкильной цепи, которая содержит обычно от 8 до 18 атомов углерода. Степень разветвления цепи, положение полярной группы и длина цепи – важнейшие параметры, определяющие физико-химические свойства ПАВ.

По способности к диссоциации в водной среде ПАВ делятся на две большие группы – ионогенные и неионогенные. И те и другие широко используются в косметических средствах. Размер полярной группы неионного ПАВ может варьироваться в широких пределах. У ионных ПАВ размер полярной группы более или менее постоянен. Следует подчеркнуть, что физико-химические свойства ПАВ в растворе определяются соотношением размеров гидрофобной и полярной групп, а не их абсолютными размерами.

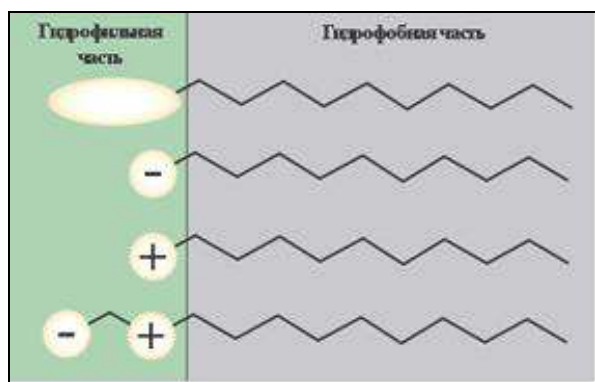


Рис. 50. Схематическое изображение различных ПАВ

Ионогенные ПАВ, в свою очередь, делятся на группы:

- анионные;
- катионные;

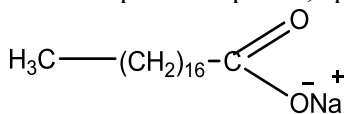
- цвиттерионные;
- амфотерные.

**Анионные ПАВ.** На долю анионных из всех производимых ПАВ приходится более 70 %. Используются они в различных химических технологиях, в том числе и в технологии косметических средств. Это соединения, которые содержат в молекуле одну или несколько полярных групп и в водных растворах диссоциируют с образованием анионов (отрицательно заряженных ионов), обуславливающих поверхностную активность. Это группы:  $\text{COOH}(\text{M})$ ,  $\text{OSO}_2\text{OH}(\text{M})$ ,  $\text{SO}_3\text{H}(\text{M})$ , где М – металл (одно-, двух- или трехвалентный). Гидрофобная часть молекулы обычно представлена предельными или непредельными алифатическими цепями или алкилароматическими радикалами. Выделяют 6 групп анионактивных ПАВ.

1) *Производные карбоновых кислот (мыла):*



Производные карбоновых кислот используются в производстве туалетного мыла, соли олеиновой кислоты – в красках для волос, они являются эмульгаторами в стеаратных кремах, средствах для бритья:

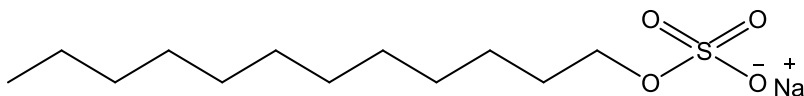


*Стеарат натрия*

2) *Первичные и вторичные алкилсульфаты (алкиларилэтилсульфаты, алкилциклогексилэтилсульфаты):*



В косметических средствах анионные ПАВ, имеющие сульфогруппу, применяются как эффективные пенообразующие и пеностабилизирующие ингредиенты. Лаурилсульфат натрия наиболее часто применяется в зубных пастах. Подробнее на этих ПАВ остановимся при рассмотрении химии и технологии пеномоющих косметических средств:

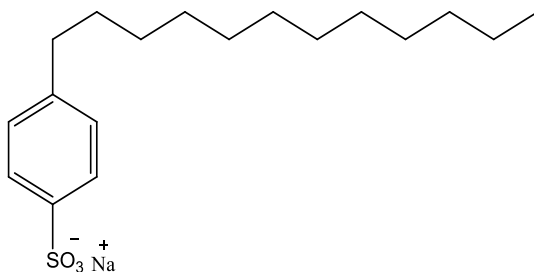


*Лаурилсульфат (додecilсульфат) натрия*

3) *Алкилбензол- и нафталинсульфонаты, сульфонаты сложных эфиров моно- и дикарбоновых кислот:*



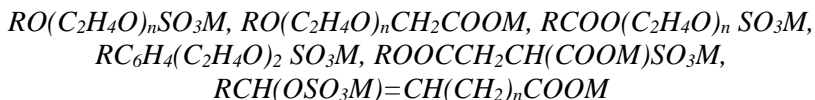
Линейные алкилбензолсульфонаты (ЛАБС) – основные ингредиенты в стиральных порошках, ответственные за моющее действие. Это самые крупнотоннажные ПАВ в мире, их даже называют «рабочей лошадкой»:



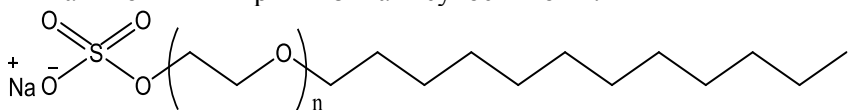
*Лаурилбензолсульфонат натрия (сульфонол)*

Додecilсульфат и линейный додecilбензолсульфонат термически стабильны, малотоксичны, не раздражают кожу человека и удовлетворительно подвергаются биологическому распаду в водоемах. Они хорошо совмещаются с другими ПАВ, проявляя при этом синергизм, порошки их негигроскопичны.

4) *Сульфо- и карбоксиэтоксилаты спиртов, сульфоэтоксилаты карбоновых кислот, сульфоэтоксилаты алкилфенилэтиловых спиртов, диметаллические соли сульфоянтарной кислоты, соли сульфатов непредельных кислот:*



Лауретсульфат натрия повсеместно используется в качестве основного ПАВ в пеномоющих косметических средствах. Это дерматологически мягкое ПАВ. Включение фрагмента оксиэтилированной цепи в молекулу существенно снижает способность алкилсульфатов вымывать кожный жир и вызывать сухость кожи.



*Сульфозтоксилат натрия (лауретсульфат натрия, оксиэтилированный лаурилсульфат натрия)*

5) *Азотсодержащие ПАВ (амидосульфонаты, амиды сульфокрбионовых кислот, амидокарбоксилаты, вещества с карбокси- и сульфогруппами):*

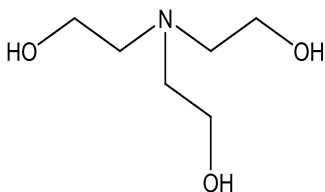


Вместо амидной группы во многих таких веществах может быть также сульфоамидная группа  $RC_6H_4SO_2NHCH_2CH_2SO_3M$ .

6) *Соли перфторированных карбоновых кислот, перфторированных сульфоацетатов, моно- и диалкилфосфатов и фосфонатов, перфторированные фосфонаты и другие соединения.* Фосфорсодержащие ПАВ перспективны в производстве косметических средств, поскольку имеют сродство к сфинголипидам кожи (фосфорсодержащие ПАВ нашего организма). Однако они имеют высокую стоимость, поэтому используются не столь часто.

В анионоактивных ПАВ катион может быть не только металлом, но и органическим основанием. Часто это ди- или триэтаноламин, который используется в косметических гелях, кремах, гелях и пенах для бритья:





Триэтаноламин

Поверхностная активность начинает проявляться при длине углеводородной гидрофобной цепи  $C_8$  и с увеличением длины цепи увеличивается вплоть до полной потери растворимости ПАВ в воде. В зависимости от структуры промежуточных функциональных групп и гидрофильности полярной части молекулы длина углеводородной части может доходить до  $C_{18}$ .

Перспективными являются ПАВ, у которых гидрофильная часть состоит из нескольких функциональных групп. Например, динариевые соли сульфоянтарной кислоты обладают хорошими санитарно-гигиеническими свойствами наряду с высокими коллоидно-химическими и технологическими показателями при растворении в жесткой воде. ПАВ, содержащие сульфониламидную группу, биологически активны.

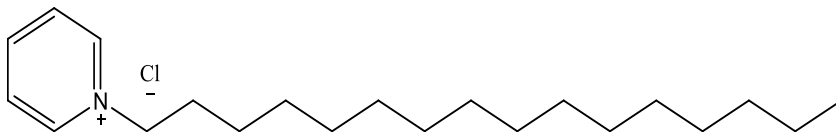
**Катионные ПАВ.** Катионными называются ПАВ, молекулы которых диссоциируют в водном растворе с образованием поверхностно-активного катиона с длинной гидрофобной цепью и аниона, обычно галогенида, иногда аниона серной или фосфорной кислоты. Преобладающими среди катионоактивных ПАВ являются азотсодержащие соединения. Практическое применение находят и вещества, не содержащие азота: соединения сульфония  $[RR'R:S]^+X^-$  и сульфоксония  $[RR'R:SO]^+X^-$ , фосфония  $[R_3PR]^+X^-$ , арсония  $[R_3AsR]^+X^-$ , иодония.

Азотсодержащие соединения можно разделить на следующие основные группы:

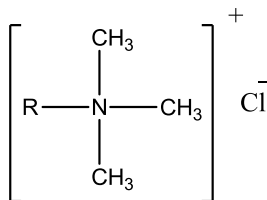
- 1) амины и их соли  $RNR'R':HX$ ;
- 2) моно- и бисчетвертичные аммониевые соединения алифатической структуры  $[RNR'R:R'']^+X^-$ ,  $[RR'_2NR:NR'_2R]^{2+}2X^-$ , соединения со смешанной алифатической и ароматической структурой  $[RR'_2NC_6H_4NR'_2R]^{2+}2X^-$ ;
- 3) четвертичные аммониевые соединения с различными функциональными группами в гидрофобной цепи;

4) моно- и бисчетвертичные аммониевые соединения с атомом азота в гетероциклическом кольце.

Последняя группа объединяет сотни ПАВ, имеющих промышленное значение. Важнейшие из них – соединения пиридина, хинолина, фталазина, бензимидазола, бензотиазола, бензотриазола, производные пирролидина, имидазола, пиперидина, морфолина, пиперазина.



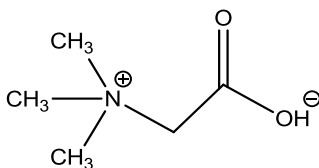
*Цетилпиридиний хлорид*



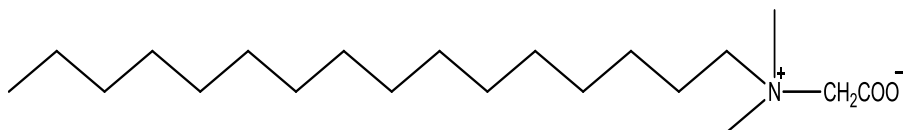
*Цетилтриметиламмоний хлорид (R - C<sub>16</sub>H<sub>33</sub>)*

Катионные поверхностно-активные вещества обладают невысокой пенообразующей и моющей способностью. Однако они хорошо проявляют себя как кондиционирующие вещества для волос, придавая им мягкость и послушность. Более подробно кондиционирующее действие будет рассмотрено в главе 3. Катионные поверхностно-активные вещества наиболее часто встречаются в кондиционерах и масках для волос, а также в шампунях для окрашенных волос и шампунях «2 в 1». Вместе с тем они обладают бактерицидным действием и несколько более токсичны, чем другие ПАВ. Можно уменьшить в них содержание консерванта и использовать в лечебно-косметических средствах антисептического действия.

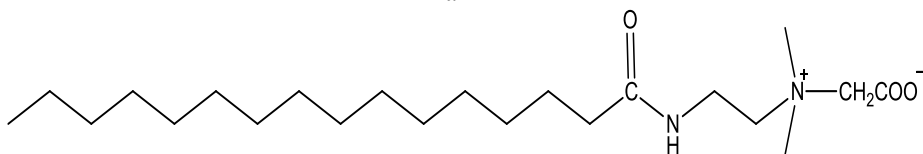
**Цвиттерионные ПАВ.** Цвиттерионные ПАВ при диссоциации в водном растворе образуют внутреннюю соль, в молекуле присутствуют и положительные, и отрицательные ионы. Это соединения бетаинового ряда:



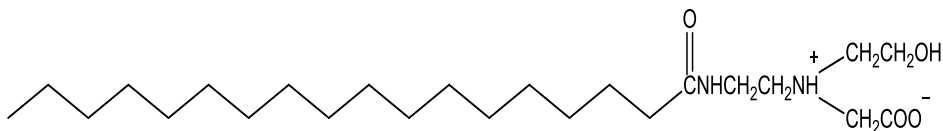
Алкилбетаин



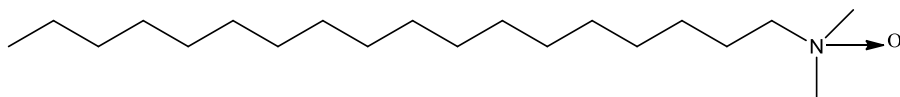
*a*



*б*



*в*



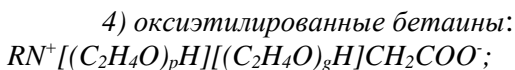
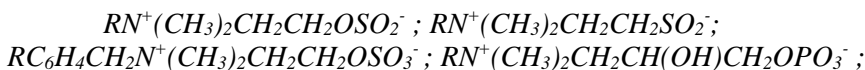
*г*

Структура цвиттерионных ПАВ: *a* – бетаины; *б* – амидобетаины; *в* – имидазолины; *г* – аминоксиды

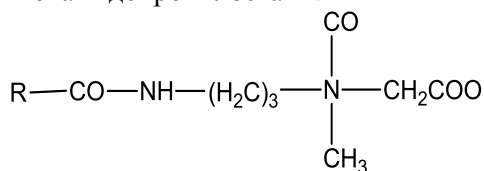
Алкилбетаины представляют собой наиболее важную группу цвиттерионных ПАВ. Их можно разделить на 4 основные группы:

1) алкилбетаины – C-алкилбетаины  $RCH[N^+(CH_3)_3]COO^-$  и N-алкилбетаины  $RN^+(CH_3)_2CH_2COO^-$ ;

2) сульфит-, сульфо-, сульфат- и фосфатбетаины:



Эти ПАВ относятся к самым нетоксичным ПАВ, не оказывающим раздражающего и сушащего действия на кожу и волосы. Благодаря хорошей пенообразующей и пеностабилизирующей способности они широко используются как со-ПАВ, а в некоторых случаях – как основное ПАВ в пеномоющих косметических средствах. Наиболее часто используется кокамидопропилбетаин:



*Кокамидопропилбетаин. R – углеводородный радикал жирнокислотной фракции кокосового масла, обычно C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub>*

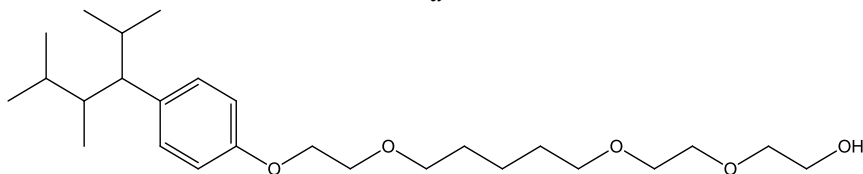
**Амфотерные ПАВ.** Амфотерные (амфолитные) ПАВ содержат в молекуле гидрофильный радикал и гидрофобную часть, способную быть акцептором или донором протона в зависимости от pH раствора. Обычно эти ПАВ включают одну или несколько основных и кислотных групп, могут содержать также и неионогенную полигликолевую группу. В зависимости от величины pH они проявляют свойства катионактивных или анионактивных ПАВ. При некоторых значениях pH, называемых *изоэлектрической точкой*, ПАВ существуют в виде цвиттер-ионов. Константы ионизации кислотных и основных групп истинно растворимых амфотерных ПАВ весьма низки. В качестве катионной группы обычно служат первичная, вторичная или третичная аммониевая группа, остаток пиридина или имидазолина. В принципе, вместо N могут быть атомы S, P и т. п. Анионными группами являются карбоксильные, сульфатные, сульфозэфирные или фосфатные группы. Амфотерными свойствами обладают высокомолекулярные по-

верхностно-активные соединения – белки и продукты их гидролиза – белковые гидролизаты.

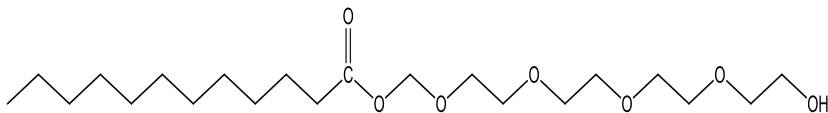
Особый интерес вызывает использование неионных (неионогенных) ПАВ (НПАВ) в связи с универсальностью и эффективностью их действия. Неионогенные ПАВ на основе оксида этилена получили широкое распространение в различных областях науки и производства. Хорошо зарекомендовали себя они и в технологии косметических средств. К НПАВ относят соединения дифильного строения, у которых часть молекулы, имеющая сродство к растворителю, не диссоциирует на ионы и, следовательно, не имеет заряда в рабочем диапазоне pH. Коллоидно-химические свойства данных продуктов (устойчивость их водных растворов, моющая, солюбилизующая, эмульгирующая и стабилизирующая способности), определяющие области их технического применения, можно легко регулировать, изменяя число присоединенных оксиэтилированных групп – степень оксиэтилирования  $n$ :



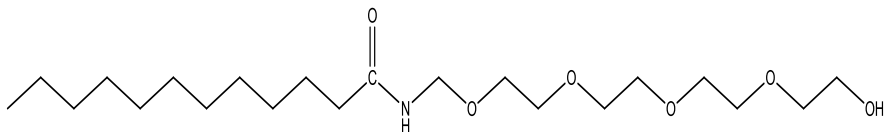
*a*



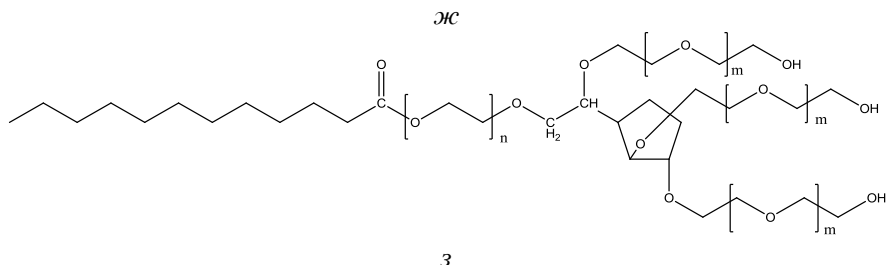
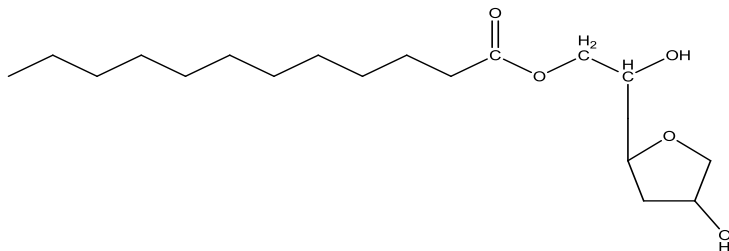
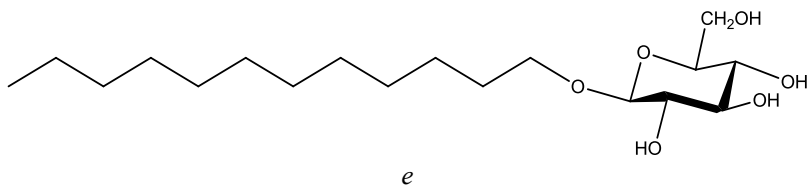
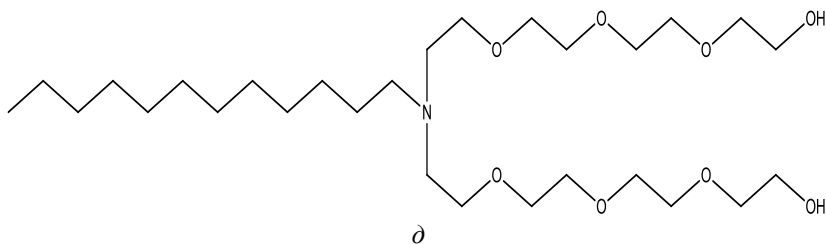
*б*



*в*



*г*



Структура неионогенных ПАВ: а – этоксилированный жирный спирт;  
 б – этоксилированный алкилфенол; в – этоксилированная жирная кислота;  
 г – этоксилированный амид жирной кислоты; д – этоксилированный высший  
 алкиламин; е – алкилглюкозид; ж – сорбитаналканоат;  
 з – этоксилированный сорбитаналканоат

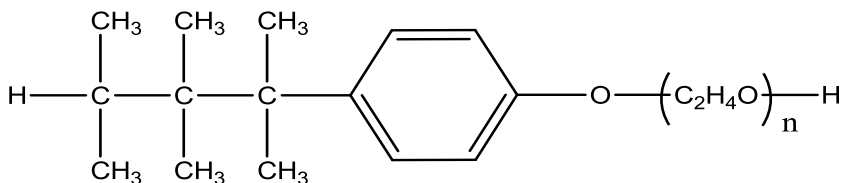
Неионогенные ПАВ химически инертны, нетоксичны, устойчивы при повышенных температурах и в агрессивных средах, не вызывают коррозии оборудования. Эти продукты легко совмещаются как с анионными, так и с катионными веществами, что позволяет

создавать композиции с заданными свойствами, сочетающие положительные качества веществ обоих классов.

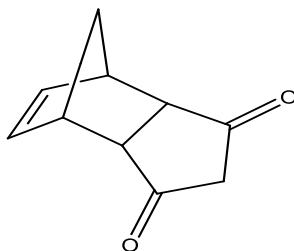
Оксиэтилированные продукты подразделяются на классы по типу связи между лиофильной и лиофобной частями молекулы.

Классификация оксиэтильных производных была предложена Шенфельдом:

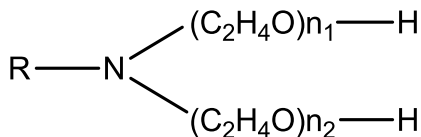
1. *Оксиэтилированные жирные кислоты (сложноэфирная связь)*  
 $\text{RCOO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$
2. *Оксиэтилированные жирные спирты (эфирная связь)*  
 $\text{RO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$
3. *Оксиэтилированные алкилфенолы*



4. *Оксиэтилированные амиды и имиды*



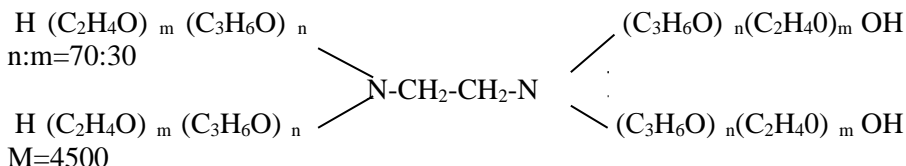
5. *Оксиэтилированные амины*



К высокомолекулярным ПАВ, которые находят применение в процессах получения полимерных материалов, относятся блок-

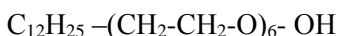


сополимеры оксидов этилена и пропилена, например плуроники или проксамин. В качестве примера приведен дипроксамин ДПА-157, произведенный на ОАО «Казаньоргсинтез»:

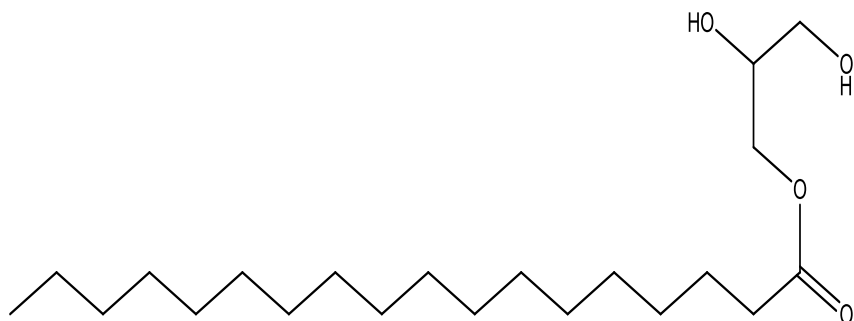


Неионные ПАВ получают последовательным присоединением окиси этилена к органическим соединениям с активным атомом водорода (алкилфенолам, жирным аминам, спиртам, кислотам и т.д.). В этих ПАВ за полярные взаимодействия ответственна ОЭ-цепь, гидрофильность группы  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$  связана с присутствием в ней эфирного кислорода, а за неполярные – углеводородный радикал соответствующего органического соединения. Соотношение гидрофильных и гидрофобных свойств, т. е. гидрофильно-липофильный баланс, позволяющий заранее указать область возможного использования ПАВ, зависит от соотношения длин углеводородного радикала и оксиэтиленовой цепочки. Поскольку молекулы ПАВ не распадаются на ионы в водном растворе, эти продукты легко совмещаются как с анионными, так и с катионными веществами, что позволяет создавать композиции с заданными свойствами, сочетающие положительные качества веществ обоих классов.

Неионогенные ПАВ широко применяются в качестве ингредиентов косметических средств. В первую очередь следует отметить высшие жирные спирты и их оксиэтилированные производные. Они используются в производстве косметических эмульсий в качестве эмульгаторов. Этими же функциями обладают эфиры глицерина и высших жирных кислот, особенно часто используется моностеарат глицерина как маслорастворимое ПАВ:



*Оксиэтилированный лауриловый спирт (лаурет-6)*



*Моностеарат глицерина*

Оксиэтилированные производные олеиновой кислоты способствуют равномерному распределению краски по волосам и проникновению красителя в волосы, в парфюмированных изделиях являются солюбилизаторами парфюмерных композиций (отдушек), используются в декоративной косметике – тональных кремах, губной помаде, туши и т.д. Неионные ПАВ, кроме эмульгирующей функции, способствуют гомогенизации пигментов.

К ПАВ природного происхождения прежде всего относятся *полярные липиды* (рис. 51). Они широко распространены в живых организмах. В биологических системах поверхностно-активные вещества выполняют по сути те же функции, что и синтетические ПАВ в технических системах. Так, например, они помогают организму преодолеть проблему растворимости малорастворимых веществ, являются эмульгаторами и диспергаторами, а также модификаторами поверхности и т. д. Можно привести ряд интересных примеров, характеризующих роль ПАВ в биологических системах. Так, соли желчных кислот являются чрезвычайно эффективными солюбилизаторами гидрофобных компонентов крови.

Некоторые из этих ПАВ используются в косметических средствах, например лецитин. Он оказывает выраженное действие на восстановление барьерных функций кожи, на процессы питания клеток, образует жидкокристаллические структуры на межфазной границе, имеющие сродство со структурами липидного слоя клеточных биомембран. Благодаря выраженным поверхностно-активным свойствам лецитин способствует проникновению биологически активных ингредиентов в эпидермис.

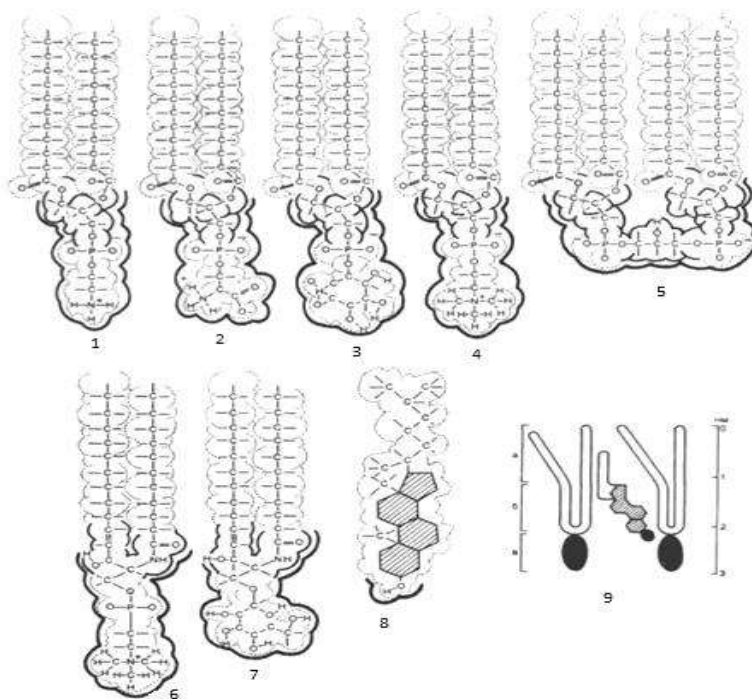
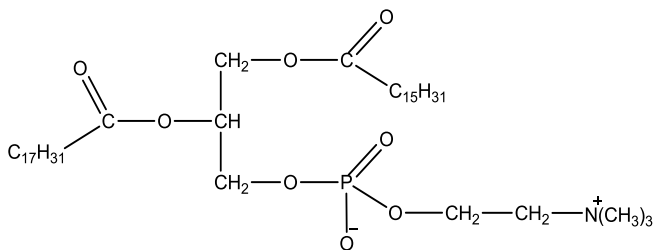


Рис. 51. Распространенные липиды биологических мембран:  
 1 – фосфатидилэтаноламин; 2 – фосфатидилсерин; 3 – фосфатидилинозит;  
 4 – фосфатидилхолин; 5 – кардиолипин; 6 – сфингомиелин; 7 – цереброзид;  
 8 – холестерин; 9 – расположение молекулы холестерина между дву-  
 мя молекулами фосфолипидов



Фосфатидилхолин (лецитин)

В составе косметических средств лецитин быстро сорбируется кожей и оказывает смягчающее, тонизирующее, увлажняющее действие. Имеются данные об антиоксидантных свойствах лецитина. Обладает эмульгирующими, стабилизирующими и загущающими свойствами. Применяется для производства шампуней, кондиционеров, бальзамов для губ и многих других продуктов, в восстанавливающих кремах и средствах для зрелой и сухой кожи.

В настоящее время невозможно найти сферу человеческой деятельности, где бы не использовались ПАВ. В XXI в. глобальный рынок ПАВ превышает 18 млн тонн, а в денежном выражении составляет более 15 млрд евро. Крупнейшим потребителем ПАВ является Северо-американский регион – его доля равна 35 %, далее следуют быстрорастущий Азиатский регион (29 %) и Западная Европа (23 %). На весь остальной мир приходится 13 %. Характер распределения потребления ПАВ различными сферами приведен на рис. 52.



Рис. 52. Мировой рынок ПАВ: сферы потребления

10 компаний, из которых крупнейшей является Sasol, держат 57 % мирового рынка ПАВ (рис. 53). За 60 лет, прошедших со времени производства первых синтетических моющих средств, учеными было создано творчеством ученых было создано очень много типов ПАВ, причем пик активности разработок пришелся на 50 – 60-е годы XX в.

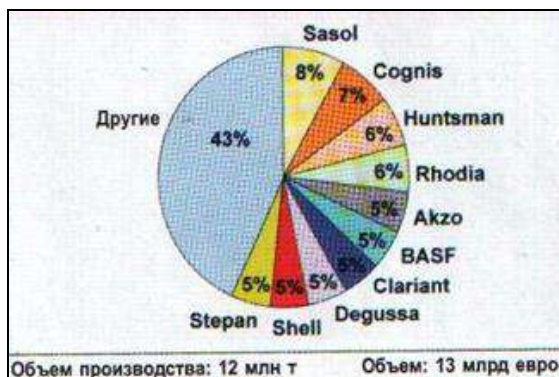


Рис. 53. Мировой рынок ПАВ: основные поставщики

Благодаря стремительному развитию технологий, основным ПАВ, коих насчитывается более 60 видов, был обеспечен зеленый свет коммерческого успеха, и ныне они образуют мировой рынок ПАВ.

Начало третьего тысячелетия проходит под знаком нескольких тенденций, каждая из которых сильно сказывается на структуре производства и потребления ПАВ. Так, концепция устойчивого развития, декларируемая ООН, предполагает предпочтительное развитие тех технологий и продуктов, которые используют в основном воспроизводимые ресурсы, сокращают темпы потребления энергетических и сырьевых источников. Сейчас все ведущие производители на практике демонстрируют приверженность этой концепции.

Тенденции, влияющие на мировой рынок ПАВ:

- постепенный отказ производителей моющих средств от башенного метода распылительной сушки и других энергоемких процессов;
- широкое внедрение низкотемпературных технологий и оборудования;
- все большее вовлечение в цикл потребления воспроизводимого сырья и побочных продуктов;
- все больший акцент на экологичность (биоразлагаемость), безопасность и дерматологическую мягкость;
- растущее использование полифункциональных и натуральных ПАВ.

Первые ПАВ, полученные и использованные человеком, были на основе натуральных продуктов – жиров, масел, растительных экстрактов, к этому же человечество и возвращается через тысячелетия.

## 2.2. Мицеллообразование

Процесс мицеллообразования имеет важное значение в технологиях создания многих косметических композиций:

- мицеллярной воды;
- очищающих косметических средств;
- липосом и везикул;
- жидких кристаллов;
- при диспергировании загрязнений;
- при солюбилизации красителей и парфюмерных композиций;
- в пенообразовании.

*Мицеллообразование – это самопроизвольная ассоциация молекул ПАВ в растворе.*

При небольших концентрациях ( $<10^{-4} \dots 10^{-2}$  моль/л) ПАВ образуют истинные растворы, а при повышении концентрации в них появляются мицеллы, образованные в виде агрегатов особого строения.

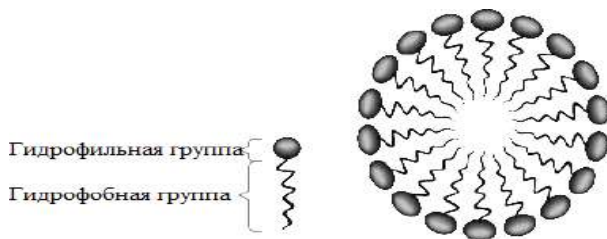


Рис. 54. Строение мицеллы ПАВ

Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ – наиболее термодинамически выгодный процесс по сравнению с процессами образования истинного раствора или разделения фаз. Это обусловлено ориентацией углеводородной или полярной части дифильных молекул

ПАВ в подобную им по полярности фазу. Например, полярные группы молекул ПАВ обращаются к воде, поскольку они гидратированы, а углеводородные радикалы компануются в центре мицеллы (рис. 54). Оба процесса сопровождаются выделением теплоты, что способствует уменьшению энергии Гиббса системы.

В полярных средах формируются *прямые мицеллы*. В них неполярные части молекул располагаются во внутренней части мицеллы и образуют ее *ядро*. Наружная часть мицеллы называется *оболочкой* и состоит из полярных фрагментов молекул ПАВ (рис. 55б).

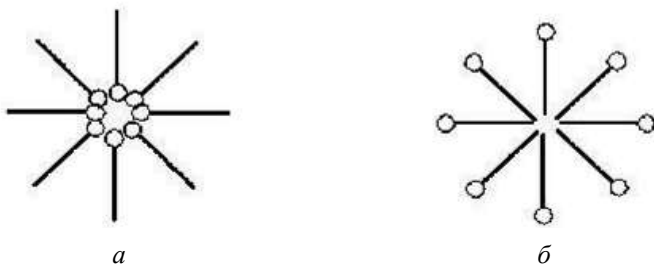


Рис. 55. Схема сферической мицеллы в неполярной (а) и полярной (б) дисперсионных средах

В *обратных мицеллах*, которые возникают в неполярных средах, порядок расположения молекул ПАВ противоположен. Ядро обратной мицеллы состоит из совокупности полярных частей молекул, а оболочка – из их неполярных частей (рис. 55а).

Способность ПАВ к образованию мицелл в существенной степени зависит от длины углеводородного радикала. ПАВ с небольшими углеводородными радикалами, например низшие спирты, кислоты и их соли, находятся в растворе в молекулярно-дисперсном состоянии при любых концентрациях. Такие ПАВ называются *истинно растворимыми*.

От размера неполярного фрагмента в молекулах ПАВ зависит значение важной характеристики – *критической концентрации мицеллообразования (ККМ)*.



*Критическая концентрация мицеллообразования – это концентрация поверхностно-активного вещества в растворе, при которой образуются устойчивые мицеллы.*

Значение ККМ зависит от различных факторов: строения и длины углеводородной цепи, характера полярной группы, температуры и наличия примесей (особенно электролитов). Установлено, что с ростом длины углеводородного радикала ККМ уменьшается. Аналогичное действие оказывает и понижение температуры. Добавление электролитов приводит к уменьшению ККМ ионогенного ПАВ, но не оказывает существенного влияния на ККМ неионогенного ПАВ.

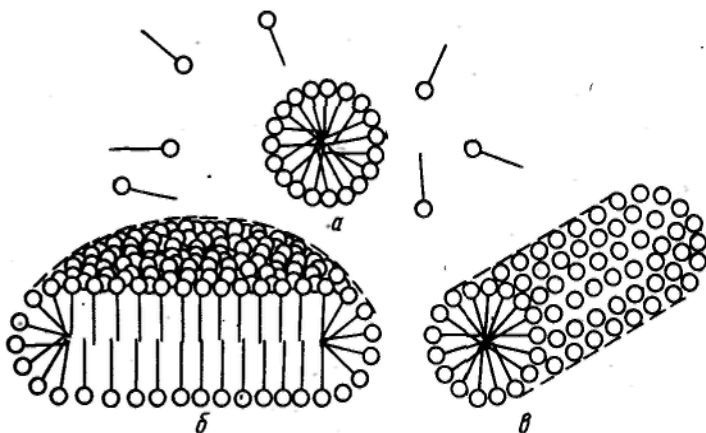


Рис. 56. Мицеллы сферические (а), дискообразные (б) и цилиндрические (в)

При концентрациях ПАВ в водном растворе, несколько превышающих ККМ, согласно представлениям Гартли, образуются сферические мицеллы (рис. 56а). Эти мицеллы обычно называют *мицеллами Гартли*. Внутренняя часть мицелл Гартли состоит из переплетающихся углеводородных радикалов, полярные группы молекул ПАВ обращены в водную фазу. Диаметр таких мицелл равен удвоенной длине молекул ПАВ. Число молекул в мицелле быстро растет в пределах узкого интервала концентраций, а при дальнейшем увеличении концентрации практически не изменяется, но увеличивается число мицелл. При увеличении концентрации ПАВ мицеллярная система

проходит ряд равновесных состояний, различающихся по числам ассоциации, размерам и форме мицелл. При достижении определенной концентрации сферические мицеллы начинают взаимодействовать между собой, что способствует их деформации. Мицеллы стремятся принять цилиндрическую (рис.56в), дискообразную (рис. 56б), палочкообразную или пластинчатую форму. Существование пластинчатых мицелл доказано Мак-Беном. При концентрациях примерно в 10—50 раз больше ККМ мицеллярная структура многих ПАВ резко изменяется – вместе с молекулами растворителя они способны образовывать жидкокристаллическую структуру. Последней стадией агрегации при дальнейшем удалении воды из системы является образование гелеобразной структуры и твердого кристаллического ПАВ.

Таблица 2

**Критические концентрации мицеллообразования некоторых ПАВ при 25 °С**

| Поверхностно-активное вещество                       | ККМ ( $10^{-3}$ М) |
|--|--------------------|
| 1  | 2                  |
| Алкилсульфаты натрия                                 |                    |
| $C_8H_{17}SO_4Na$                                    | 130,2              |
| $C_{10}H_{21}SO_4Na$                                 | 33,0               |
| $C_{12}H_{25}SO_4Na$                                 | 8,16               |
| $C_{14}H_{29}SO_4Na$                                 | 2,05               |
| НПАВ с линейным алкилом в качестве гидрофобной части |                    |
| $C_{10}H_{21}(EO)_8$                                 | 1,0                |
| $C_{12}H_{25}(EO)_8$                                 | 0,071              |
| $C_{14}H_{29}(EO)_8$                                 | 0,009              |
| АПАВ с додецилом в качестве гидрофобной части        |                    |
| $C_{12}H_{25}OPO_3Na_2$                              | 57,0               |
| $C_{12}H_{25}(EO)SO_4Na$                             | 4,2                |

Окончание табл. 2

| Иные ПАВ с додецилом в качестве гидрофобной части |     |
|---|-----|
| 1   | 2   |
| $C_{12}H_{25}N(CH_3)_3Br$                         | 6,8 |
| $C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2CH_2COO^-$                | 2,0 |

ККМ увеличивается при дополнительном введении в структуру ПАВ полярных групп. Мицеллообразование затрудняется с увеличением заряда ионогенной группы. Наиболее низкие значения ККМ наблюдаются у неионогенных ПАВ, у которых отталкивание полярных групп связано с энтропийным фактором и стерическими затруднениями.

Методы определения ККМ основаны на регистрации резкого изменения физико-химических свойств растворов ПАВ при изменении концентрации. Критическую концентрацию мицеллообразования можно определить по свойствам раствора, зависящим от числа и размеров кинетически активных частиц, в частности по изменениям в зависимости от концентрации осмотического давления, поверхностного натяжения, электропроводности раствора и его оптических характеристик при переходе от молекулярного раствора к мицеллярной системе. Концентрации ПАВ, при которых наблюдаются перегибы на графиках свойство – состав, соответствуют ККМ (рис. 57). При этом левая часть кривых (при более низких концентрациях) описывает соответствующее свойство раствора ПАВ в молекулярном (ионном) состоянии, а правая – в коллоидном.

Кондуктометрическое определение ККМ основано на измерении и анализе концентрационной зависимости электрической проводимости растворов ионогенных ПАВ. Электрическую проводимость определяют на основании кондуктометрических измерений сопротивления растворов.

*Электропроводимость* – это способность вещества проводить электрический ток. Проводники электрического тока разделяются на две группы:

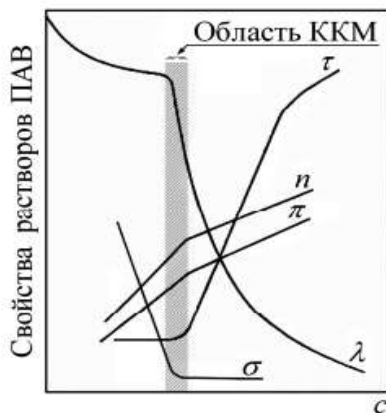


Рис. 57. Изменение свойств раствора коллоидного ПАВ в зависимости от концентрации:  $\tau$  – мутность;  $\lambda$  – эквивалентная электропроводность;  $\sigma$  – поверхностное натяжение;  $n$  – показатель преломления;  $\pi$  – осмотическое давление

– проводники первого рода, электропроводность которых обусловлена электронами и при прохождении электрического тока, через которые не наблюдается переноса вещества;

– проводники второго рода (электролиты), обладающие ионной проводимостью, при прохождении электрического тока через такой проводник наблюдается перенос вещества.

Различают удельную и эквивалентную электрическую проводимость растворов электролитов.

Удельная электрическая проводимость  $\chi$  характеризует электрическую проводимость объема электролита, заключенного между двумя параллельными электродами площадью  $1 \text{ см}^2$  и расположенными на расстоянии  $1 \text{ см}$  друг от друга, соотношением

$$[\chi] = \text{Ом}^{-1}/\text{см} = \text{См}/\text{см},$$

где См – обозначение единицы измерения электропроводности (сименс).

Эквивалентная электрическая проводимость  $\lambda$  равна электрической проводимости объема раствора электролита, содержащего один г-экв растворенного вещества и находящегося между двумя параллельными электродами, расположенными на расстоянии одного сантиметра друг от друга:

$$[\lambda] = \text{См} \cdot \text{см}^2 / \text{г-экв.}$$

Эквивалентная электрическая проводимость связана с удельной электропроводимостью соотношением

$$\lambda = \frac{\chi}{C} \cdot 1000,$$

где  $\chi$  – удельная электропроводимость раствора, См/см;  $C$  – концентрация раствора, г-экв/1000 см<sup>3</sup>;  $\lambda$  – эквивалентная электропроводимость, См·см<sup>2</sup>/г-экв.

В области концентраций до ККМ зависимости удельной и эквивалентной электропроводимости от концентрации ПАВ соответствуют аналогичным зависимостям для растворов средних по силе электролитов. При концентрации, соответствующей ККМ, на графиках зависимости наблюдается излом, обусловленный образованием сферических ионных мицелл. Подвижности ионных мицелл меньше подвижности ионов, и, кроме того, значительная часть противоионов находится в плотном слое Гельмгольца, что существенно уменьшает электропроводимость раствора ПАВ. Поэтому при увеличении концентрации ПАВ выше ККМ рост удельной электропроводимости значительно ослабляется (рис. 58).

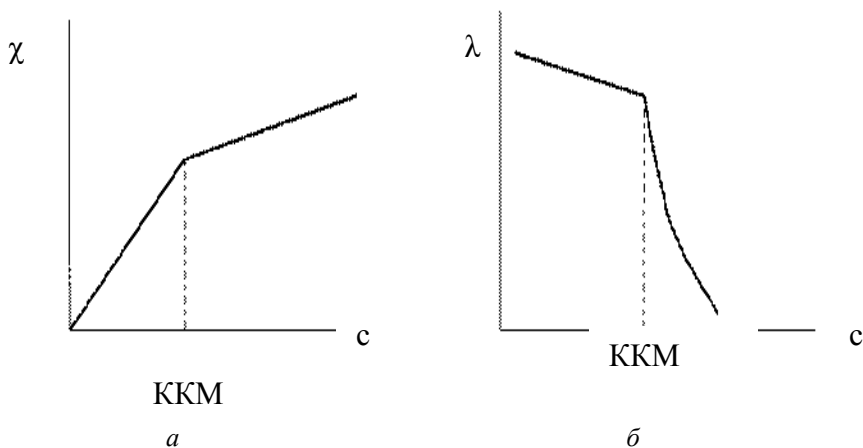


Рис. 58. Зависимость удельной (а) и эквивалентной (б) электрической проводимости от концентрации растворов ПАВ

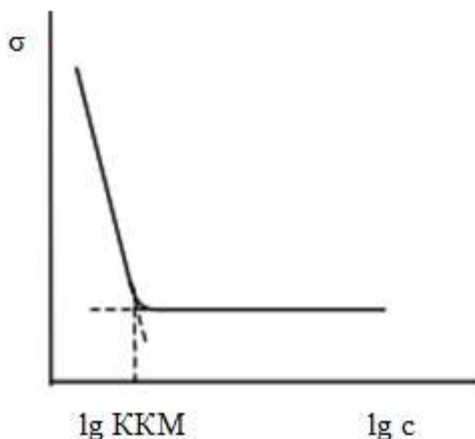


Рис. 59. Зависимость поверхностного натяжения раствора от логарифма концентрации ПАВ

Определение критической концентрации мицеллообразования по методу тензиометрии основано на том, что поверхностное натяжение растворов ПАВ уменьшается с ростом концентрации вплоть до ККМ. Изотерма  $\sigma = f(\ln C_{\text{ПАВ}})$  (рис. 59) в области низких концентраций ПАВ имеет криволинейный участок, на котором адсорбция на межфазной границе возрастает с ростом концентрации. При определенной концентрации криволинейный участок изотермы переходит в прямую с постоянным значением  $d\sigma/d\lg c$ , т. е. адсорбция достигает постоянного и максимального значения. В этой области на межфазной границе формируется насыщенный мономолекулярный адсорбционный слой. При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ ( $C_{\text{ПАВ}} > \text{ККМ}$ ) в объеме раствора образуются мицеллы и поверхностное натяжение практически не меняется. ККМ определяется по излому изотермы при выходе ее на участок, параллельный оси  $\lg c$  (рис. 59).

Определение ККМ по методу светорассеяния основано на том, что при образовании мицелл в растворах ПАВ резко возрастает рассеяние света частицами и увеличивается мутность системы. По резкому изменению мутности раствора с увеличением его концентрации определяют ККМ.

## 2.3. Пены, их свойства и применение

*Пена – это дисперсная система, состоящая из пузырьков газовой фазы, разделенных пленками жидкого или твердого вещества.*

Наиболее распространены пены с жидкой дисперсионной средой. Важнейшей потребительской характеристикой пен в косметических средствах является их моющая и очищающая способность. В присутствии пены происходит дробление и диспергирование загрязнений на поверхности кожи (волос) и втягивание их в пену за счет капиллярных сил. Чем ниже поверхностное натяжение пенной композиции, выше кратность пены, тем выше диспергирующая эффективность.

Все способы получения пен можно разделить:

- на физические (диспергационные);
- химические (конденсационные).

Для химических способов характерно образование газа, заполняющего пенные пузырьки, в результате химической реакции.

При *диспергационном способе* пена образуется в результате интенсивного совместного диспергирования пенообразующего раствора и воздуха. Технологически диспергирование осуществляется при прохождении струй газа через слой жидкости. Пены, образующиеся при применении пеномоющих композиций косметического назначения, получены по этому способу.

*Конденсационный способ* получения пен основан на изменении параметров физического состояния системы, приводящем к пересыщению раствора (рабочей среды) газом. К этому же способу относится образование пен в результате химических реакций и микробиологических процессов, сопровождающихся выделением газообразных продуктов.

*По структуре* различают пены:

- шаровые;
- ячеистые;
- полиэдрические.

При образовании *шаровой пены* ее пузырьки отделены друг от друга жидкой средой и могут свободно перемещаться. *Ячеистые пены*



более концентрированы, пузырьки в них соприкасаются, но не деформируются. Сплошной массив пузырьков, между стенками которых стекает тонкой пленкой жидкость, образует *полиэдрическую пену*. Пузырьки в таких пенах имеют вид многогранников и формируют структуру, похожую на соты. Содержание газовой фазы в них достигает 90 %.

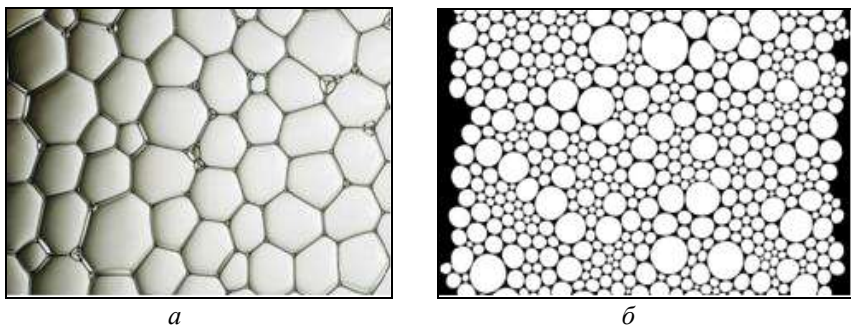


Рис. 60. Структура полиэдрической (а) и ячеистой (б) пены

Если в системе нет никакого стабилизатора – ПАВ или ВМС, то пузырьки быстро лопаются. Для увеличения количества инклюдированного воздуха и образования центров нуклеации необходимо максимально снизить поверхностное натяжение на границе раздела вода – воздух. Эту функцию могут выполнять ПАВ, обладающие слабым межмолекулярным взаимодействием и низким поверхностным натяжением. Чем больше снижается поверхностное натяжение в результате добавления ПАВ, тем легче зарождаются пузырьки пены. В начале пенообразования пузырьки имеют шарообразную форму, но, когда жидкой фазы становится меньше 25 %, пузырьки принимают форму многогранников. При этом образуются ячейки, имеющие относительно толстые ребра (тяжи, силовые элементы пены) и тонкие стенки, толщина и прочность которых в очень большой степени зависят от используемых ПАВ.

Механизм образования пузырька пены заключается в формировании адсорбционного слоя на межфазной поверхности. Скорость формирования этого слоя определяется скоростью диффузии молекул ПАВ из глубины раствора к поверхности включения. При выходе пу-

зырька на поверхность раствора он окружается двойным слоем ориентированных молекул.

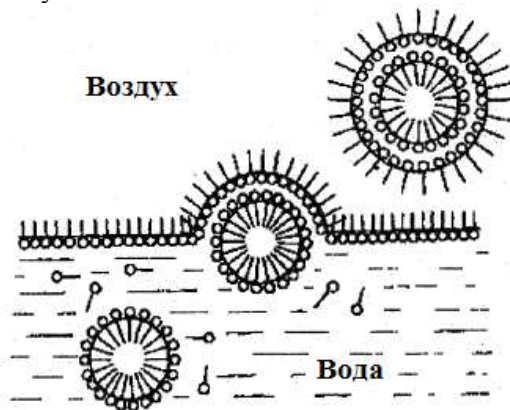


Рис. 61. Схема образования пузырька пены, стабилизированной ПАВ

Пенообразующая способность и кратность пен являются их основными характеристиками.

К количественным характеристикам пенообразования относятся:

1. *Пенообразующая способность*, определяемая количественно объемом (в мл, см<sup>3</sup>) пены или высотой ее столба — пенным числом (в мм, см), образующейся из постоянного объема раствора при соблюдении определенных условий в течение заданного промежутка времени. В Национальном стандарте РФ в качестве характеристики пенообразующей способности шампуней установлен показатель *пенное число*, который должен быть не менее 100 мм. Количественно этот показатель определяют по ГОСТ 22567.1-77 методом и прибором Росса — Майлса, принятым в качестве стандартного метода ИСО (ISO 696:1975) при тестировании пенообразования.

2. *Кратность пены*, представляющая собой отношение объема пены  $V_n$  к объему раствора  $V_{ж}$ , пошедшего на ее образование:

$$\beta = \frac{V_n}{V_{ж}} = \frac{(V_z - V_{жс})}{V_{жс}},$$

где  $V_r$  – объем газа в пене. Кратность шаровых пен  $\beta=2-3$ ; ячеистых –  $\beta=200$ ; полиэдрических –  $\beta=3000-5000$ .

3. *Стабильность (устойчивость) пены* – ее способность сохранять общий объем, дисперсный состав и препятствовать истечению жидкости (синерезису). Часто в качестве меры стабильности пены используют время существования («жизни») элемента пены (отдельного пузырька, пленки) или определенного ее объема.

4. *Дисперсность пены*, которая может быть задана средним размером пузырька, распределением пузырьков по размерам или поверхностью раздела раствор – газ в единице объема пены.

К количественным характеристикам пены также можно отнести стабильность (устойчивость) пен. *Устойчивость пены* – способность пены сохранять общий объем, дисперсный состав и препятствовать истечению жидкости. В качестве меры устойчивости пены используют время существования (время жизни) элемента пены (отдельного пузырька либо пленки) или определенного его объема.

*Полиэдрическая пена* – высокоструктурированная система, структура которой создается за счет каналов Плато–Гиббса. Еще в XIX в. бельгийский ученый Жозеф Плато рассчитал, что три пузырька, стенки которых встречаются под углом  $120^\circ$ , образуют механически устойчивую систему. При их соединении пленки, разделяющие их, образуют трехгранный столбик жидкости, называемый *каналом Плато–Гиббса* в честь Ж. Плато и американского ученого Дж. Гиббса, внесших большой вклад в изучение пен. Поскольку стенки всех пузырьков должны быть одинаковыми, то в одной точке сходятся четыре канала Плато – Гиббса, образуя между собой углы  $109^\circ 28'$ . Используя эти правила Плато, можно предсказать наиболее вероятную форму ячейки пены – пентагональный додекаэдр.

В каждом ребре многогранника сходятся три пленки, углы между которыми равны  $120^\circ$ . Жидкие пленки в центре грани плоскопараллельны, вблизи каналов они утолщаются и становятся вогнутыми.

Высококонцентрированная пена – полиэдрическое тело с 8–18 гранями, чаще всего их 14. Кривизна каналов Плато–Гиббса приводит к пониженному капиллярному давлению в них. В связи с этим пена способна втягивать в себя загрязнения. Это же является причиной того, что пену трудно высушить.

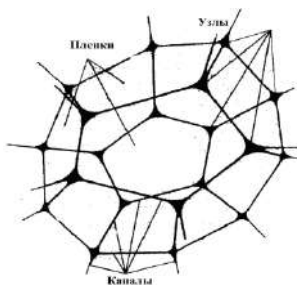


Рис. 62. Полиэдрическая ячейка пены

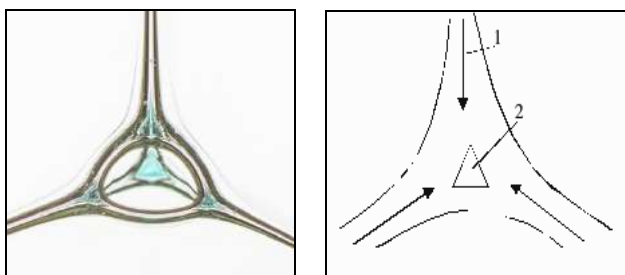


Рис. 63. Канал Плато–Гиббса (фото и схема): 1 – пленки жидкости; 2 – канал

Авторы, исследовавшие зависимость времени жизни пены от перепада давлений в широком диапазоне давлений и устойчивости единичных модельных пенных пленок от капиллярного давления, пришли к следующим выводам:

- время жизни пены сильно зависит от давления в каналах Плато – Гиббса, причем вид зависимости определяется типом пенных пленок, разделяющих газовые пузырьки в пене;
- время жизни столба пены определенной высоты не может рассматриваться в отрыве от давления в каналах Плато – Гиббса;
- более точной и определенной характеристикой устойчивости пены является время жизни пенного столба при постоянном давлении в каналах Плато – Гиббса;
- наиболее полную информацию об устойчивости пены можно получить при исследовании зависимости времени жизни пены от дав-

ления в каналах Плато – Гиббса в широком интервале давлений и прямым исследованием кинетики изменения числа пенных пленок в единице объема пены в зависимости от давления в каналах Плато – Гиббса.

Зависимость устойчивости пен от концентрации ПАВ в растворе неоднократно отмечалась разными авторами. При этом полагалось, что повышение концентрации замедляет скорость истечения жидкости из пены, что связано с повышением структурно-механических свойств пленок, увеличением объема мицелл, а также с усилением взаимодействия между адсорбционными слоями. В то же время ряд авторов отмечают более сложную зависимость устойчивости пен от концентрации ПАВ.

Самопроизвольное истечение жидкости из пены называют *синерезисом пены*, скорость которого определяют по объему жидкости, накапливающейся в единицу времени под слоем пены. Разрушение пен происходит в результате синерезиса, диффузионного переноса газа и прорыва пенных пленок по той причине, что разделяющая пузырьки газа пленка стремится уменьшить свободную энергию системы за счет сокращения поверхности. Адсорбция ПАВ на границе раздела жидкость – газ препятствует разрушению пены. Поэтому стабильность пен зависит от структуры, концентрации и способности ПАВ к адсорбции.

Процесс пенообразования сложен из-за совместного влияния многочисленных физико-химических, физико-технических и других факторов. Закономерности, которыми характеризуется процесс образования пены, существенно зависят от условий проведения конкретного технологического процесса или эксперимента. Множество переменных параметров (рис. 64), влияние которых не всегда поддается учету, практически исключает возможность строгого математического описания протекающих процессов.

С увеличением концентрации ПАВ вспениваемость растворов начинает увеличиваться до максимального значения, после чего остается практически постоянной вплоть до предела растворимости данного ПАВ или начинает понижаться. Увеличение пенообразующей способности с ростом концентрации ПАВ связывают с мицеллообразованием, поскольку при достижении критической концентрации мицеллообразования

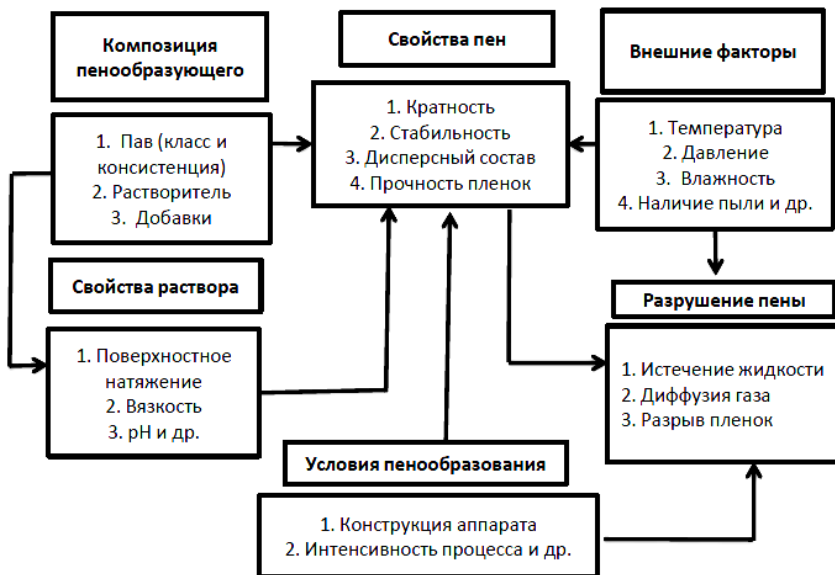


Рис. 64. Условия получения пены, влияющие на ее свойства и разрушение

наблюдается максимальный объем пены. Кроме того, в области ККМ происходит завершение формирования адсорбционного слоя с максимальной механической прочностью. При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ в растворе (выше ККМ) скорость диффузии молекул в поверхностный слой уменьшается, чем и объясняется, по-видимому, некоторое снижение пенообразующей способности.

**Стабилизация пен.** Устойчивость пен зависит от ряда факторов, в том числе от прочности их пленочного каркаса. Если пленки образованы чистыми низкомолекулярными жидкостями, то их прочность невелика, и дисперсии газа в чистой воде или в другой жидкости чрезвычайно быстро разрушаются. Получение устойчивых пен обусловливается свойствами адсорбционных слоев, вязкостью и прочностью пленок жидкости, которые образуют стенки газовых пузырьков.

Хорошими стабилизаторами пен (или пенообразователями) являются вещества, служащие эмульгаторами для эмульсий типа масло/вода, поскольку в пенах дисперсной фазой является неполярная

среда. При адсорбции на поверхности пузырьков газа углеводородные радикалы молекул ПАВ располагаются в газовой фазе, которая, в отличие от жидкой неполярной среды в эмульсиях, не воздействует на межмолекулярные связи между углеводородными цепями и не препятствует их структурообразованию. Поэтому в пенах ПАВ могут образовывать прочные и эластичные поверхностные слои, придающие структурно-механическому фактору особое значение в устойчивости пен. Полимерные вещества повышают вязкость жидкости в пленках пены и в каналах Плато–Гиббса, что снижает скорость истечения жидкостей из пены.

Выделяют *два типа пенообразователей* по способности давать устойчивые пены:

1) *Пенообразователи первого рода*. Это соединения (низшие спирты, кислоты), находящиеся в объеме раствора и в адсорбционном слое в молекулярно-дисперсном состоянии. Пены из растворов пенообразователей первого рода быстро распадаются по мере истечения междупеночной жидкости. Стабильность пен увеличивается с повышением концентрации пенообразователя, достигая максимального значения до насыщения адсорбционного слоя, и затем снижается практически до нуля.

2) *Пенообразователи второго рода*. ПАВ и высокомолекулярные соединения образуют в воде коллоидные системы, пены из которых обладают высокой устойчивостью. Истечение междупеночной жидкости в таких метастабильных пенах в определенный момент прекращается, а пенный каркас может сохраняться длительное время при отсутствии разрушающего действия внешних факторов (вибрации, испарения и др.). Такие системы обладают потенциальным энергетическим барьером, противодействующим разрушению и обеспечивающим системе состояние равновесия.

В зависимости от природы ПАВ и свойств образуемых ими адсорбционных слоев устойчивость пен обуславливается действием общих для дисперсных систем факторов стабилизации – *электростатического, сольватного, структурно-механического*, а также специфического для пен и эмульсий эффекта Гиббса–Марангони.

*Электростатический фактор устойчивости* заключается в возникновении расклинивающего давления при сильном уменьшении толщины пленки в результате перекрывания поверхностных слоев.



Это явление было установлено экспериментально Б. В. Дерягиным при исследовании жидкой пленки, ограниченной с двух сторон газом. Расклинивающее давление представляет собой избыточное давление тонкого слоя жидкости, препятствующее утончению слоя под влиянием внешних сил. Расклинивающее давление определяется разностью капиллярных давлений в пленке и в окружающей пленку фазе. В зависимости от знака оно может вызывать утолщение или утончение пленки. В соответствии с природой действующих сил существует несколько составляющих расклинивающего давления, наибольший вклад из которых вносит электростатическая составляющая – взаимодействие между перекрывающимися двойными электрическими слоями.

*Структурно-механическая теория устойчивости пен* была разработана П. А. Ребиндером и Б. В. Дерягиным на основании представлений Плато. Обнаружено, что на поверхности растворов пенообразователей образуются высоковязкие адсорбционные слои с гелеобразным строением. Было высказано предположение о том, что устойчивость этих адсорбционных слоев в пенах определяется наряду с поверхностной активностью ПАВ их механическими свойствами. Механическая прочность адсорбционных слоев – это необходимый, но недостаточный фактор стабилизации пен. Определенную роль в повышении устойчивости пен играет и вязкость междупленочной жидкости, с ростом которой замедляется скорость процесса стекания жидкости в пленке.

Снижение поверхностного натяжения является необходимым, но недостаточным требованием к ПАВ, которые должны быть эффективными стабилизаторами пены. Лиофильная часть ПАВ должна иметь химическое сродство к вспениваемой жидкости, что обеспечивает ей высокую степень сольватации. *Сольватный фактор стабилизации* заключается в образовании сольватных (гидратных) оболочек вокруг заряженных и полярных групп в пленке пены, в которых вследствие упорядоченного расположения молекул воды более высокая вязкость и плотность, что также препятствует стеканию жидкости и разрушению пены.

Стабильность пузырьков пены в процессе их роста обусловлена эластичностью и реологическими свойствами образующей их жидкой пленки. Эластичность стенок пузырьков растущей пены связана с *эффектом Гиббса–Марангони*, заключающимся в следующем. Тонкие пленки, содержащие ПАВ, способны реагировать на локальные изме-

нения толщины пленки. Течение жидкости в поверхностных слоях пленки приводит к уносу ПАВ и, следовательно, к увеличению поверхностного натяжения. Это термодинамически невыгодно и способствует переносу раствора ПАВ, направленного в сторону, обратную течению, т. е. из области низких поверхностных натяжений в места утончения пленки (эффект Марангони) – происходит как бы «залечивание» ослабленного участка. Вместе с тем увеличение поверхностного натяжения повышает эффективную упругость пленки, препятствующую ее механической деформации (эффект Гиббса). Поэтому в присутствии ПАВ утончение пленок происходит только по механизму вытекания жидкости между адсорбционными слоями ПАВ.



Рис. 65. Схематическое изображение эффекта Гиббса–Марангони

Кроме ПАВ, для стабилизации пен используют также вещества, которые обуславливают структурно-механические свойства пленок, придавая им гелеобразную структуру (высокомолекулярные вещества), или формируют ионно-электростатический барьер (электролиты).

Высокой пенообразующей и пеностабилизирующей способностью обладают анионные ПАВ, для них характерно действие нескольких факторов стабилизации. Исходя из вышеизложенного можно представить себе механизм пеностабилизации в присутствии наиболее известного к настоящему времени ПАВ (пенообразователя для косметических средств) – оксиэтилированного лаурилсульфата натрия  $C_{12}H_{25}(-CH_2CH_2O)_2OSO_3Na$ . Отрицательно заряженные сульфогруппы обеспечивают электростатическую стабилизацию, кроме того, они гидратированы. Гидратные оболочки формируются и вокруг оксиэтиленовых гидрофильных групп  $-CH_2CH_2O-$ . Гидрофобные взаимодействия углеводородных радикалов  $C_{12}H_{25}$  приводят к действию структурно-механического фактора стабилизации.

Пенообразующая способность растворов ПАВ зависит от расположения в молекуле гидрофильной группы (чем ближе она расположена к середине молекулы, тем выше пенообразующая способность растворов) и от вида катиона. Пенообразующая способность растворов первичных алкилсульфатов возрастает с увеличением длины углеводородного радикала, достигая максимального значения для додецилсульфата. У более высокомолекулярных гомологов пенообразующая способность при комнатной температуре падает из-за уменьшения их растворимости в воде. Вторичные алкилсульфаты в этом отношении ведут себя, подобно первичным. Растворы алкилсульфонатов начиная с  $C_{11}$  обладают высокой пенообразующей способностью при концентрациях около 0,5 г/л. Максимальная пенообразующая способность достигается для гомолога  $C_{15}$ , а у более высокомолекулярных алкилсульфонатов она падает.

Замечено, что это свойство зависит от расположения гидрофильной группы: чем ближе она расположена к середине молекулы, тем выше пенообразующая способность растворов. Пенообразующая способность растворов алкилбензолсульфонатов с алкильной цепью нормального строения повышается от гомологов  $C_4$  до соединения, содержащего 14 атомов углерода, а затем снижается. Возрастание пенообразующей способности рассмотренных соединений с увеличением длины цепи у углеводородного радикала обусловлено поверхностной активностью, которая, в свою очередь, увеличивается с удлинением алкильной цепи вследствие роста сил притяжения между гидрофобными частями молекул. Однако удлинение цепи свыше 14 атомов углерода вызывает преобладающее агрегирование молекул внутри раствора, препятствуя выходу их на поверхность раздела, увеличивается поверхностное натяжение, и уменьшается пенообразующая способность.

Пенообразующая способность ПАВ в определенной степени зависит также от вида катиона. Так, пенообразующая способность растворов калиевых мыл несколько выше пенообразующей способности натриевых мыл. Пенообразующая способность растворов неионогенных ПАВ зависит как от длины гидрофобной цепи, так и от числа оксиэтиленовых групп.

Влияние оксиэтиленовых групп на пенообразующую способность неионогенных ПАВ заключается в следующем: с увеличением числа этих групп увеличивается также и пенообразующая способ-

ность, однако только до некоторого значения, после чего она остается практически постоянной. Оптимальное (для достижения максимума пенообразующей способности) число оксиэтиленовых групп составляет примерно 10 – 12.

Пенообразующую способность ПАВ различных классов сравнить очень трудно в силу различных условий испытаний и особенно по причине использования разных методов определения этой характеристики. Поэтому анализ имеющихся литературных данных может быть лишь ориентировочным. Все же можно отметить некоторые закономерности. Так, анионоактивные ПАВ обладают большей пенообразующей способностью по сравнению с неионогенными. Это может быть связано со скоростью образования адсорбционного слоя, которая в случае анионоактивных ПАВ больше, т. е. для наступления адсорбционного равновесия требуется меньшее время. Хотя неионогенные ПАВ обладают лишь средней пенообразующей способностью, они пригодны для использования в качестве веществ, усиливающих вспениваемость. Некоторые из неионогенных веществ применяют для предупреждения пенообразования. Смеси анионоактивных и неионогенных ПАВ в некоторых случаях могут хорошо пениться, тогда как комбинации неионогенных веществ с другими веществами имеют незначительную пенообразующую способность. Такую особенность пенообразующих свойств неионогенных ПАВ объясняют изменчивостью гидрофобных групп их молекул, влияющей на гидрофильно-гидрофобный баланс, а также большими размерами гидрофильной части молекулы.

С увеличением концентрации ПАВ вспениваемость растворов сначала обычно увеличивается до максимального значения, затем остается практически постоянной вплоть до предела растворимости данного ПАВ или понижается. Подобная зависимость характерна для всех веществ, применяемых в моющих композициях.

В условиях различных температур на пенообразующую способность растворов влияет большое число различных факторов, учет которых затруднителен. Именно этим объясняется различное поведение пен с изменением температуры. Увеличение объема пены с ростом температуры от 20 до 40–50 °С связано с повышением давления внутри пузырьков, увеличением растворимости ПАВ, процессом мицеллообразования, уменьшением поверхностного натяжения и т. д. Падение пенообразующей способности при высоких температурах обусловлено уменьшением прочности пленок пены.

Характерной особенностью неионогенных ПАВ является так называемая *точка помутнения*, соответствующая определенной температуре. Пенообразующая способность растворов неионогенных ПАВ при достижении точки помутнения резко падает до определенного значения, которое остается постоянным при дальнейшем повышении температуры.

**Влияние пенообразующих веществ на кожу.** Липидный барьер нашей кожи имеет слабоотрицательный заряд. При взаимодействии ПАВ с эпидермисом происходит «набухание» рогового слоя, обуславливающее, с одной стороны, увеличение его проницаемости для активных компонентов, но, с другой – нарушение барьерных функций эпидермиса.

Раздражающее действие ПАВ характеризуется разрушением белков и инактивацией ферментов, вследствие чего на коже ощущается сухость, появляется раздражение/покраснение. Анионные, отрицательно заряженные ПАВ слабо взаимодействуют с поверхностью кожи, что дерматологически достаточно безопасно для эпидермиса человека. Молекула анионоактивных ПАВ содержит водорастворимую (гидрофильную) часть, заряженную отрицательно, и жирорастворимую (гидрофобную), нейтральную. Жирорастворимая часть молекулы обволакивает частицы грязи и секрет сальных желез. Водорастворимая часть молекулы ориентируется в сторону от волоса, который несет отрицательный заряд, в результате чего частицы грязи, соединенные с поверхностно-активным веществом, отторгаются волосом, растворяются в воде и удаляются. Катионные положительно заряженные ПАВ образуют более прочные связи с отрицательно заряженными функциональными группами белков, липидов и других соединений липидного биослоя человека и кератина волос. Катионные ПАВ в настоящее время применяются в основном в смываемых водой косметических продуктах, в частности в кондиционерах и бальзамах для волос.

Меньшими раздражающими свойствами обладают неионные поверхностно-активные вещества. Наиболее мягкое дерматологическое действие оказывают амфотерные и цвиттерионные ПАВ. В современной косметике зачастую используются сочетания различных типов ПАВ. Добавление мягкого ПАВ в композицию способствует весьма существенному улучшению ее дерматологических свойств. Например, некоторые амфотерные ПАВ чрезвычайно сильно снижают раздражение кожи, вызванное контактом с анионными ПАВ, что со-

ставляет большое преимущество. Более подробно свойства ПАВ-пенообразователей для пеномоющих композиций косметического назначения будут рассмотрены в главе 3.

**Перспективы использования композиций ПАВ.** Это перспективная область исследования поверхностных явлений, к которой в последнее время проявляют интерес как ученые, так и практики. Использование композиций ПАВ, или со-ПАВ, как часто их называют, позволяет расширить возможности регулирования поверхностных явлений на различных межфазных границах, добиться универсальности действия, реализовать синергические эффекты. В смесях двух ПАВ часто наблюдаются более резкие изменения таких свойств, как поверхностное натяжение, электропроводность, интенсивность светорассеяния, ККМ и др., чем это можно было бы ожидать исходя из свойств составляющих их индивидуальных компонентов. Такое поведение системы может быть связано с явлениями синергизма и антагонизма между молекулами ПАВ различной природы. Вследствие этого представляется возможным создавать композиции с заданными свойствами, сочетающие положительные качества. Именно поэтому в составе пеномоющих средств: шампуней, гелей для душа, пен для ванн, жидкого мыла – присутствует несколько ПАВ.

В заключение следует отметить, что пены – это малоизученные коллоидные системы и, как сказал П. А. Ребиндер: «Мыльный пузырь не исчерпал себя по сей день».

## 2.4. Смачивание и моющее действие

Для пеномоющих и очищающих косметических средств важным аспектом их производства и применения является обеспечение смачивающей способности и возможность ее регулирования. Кожа – самый большой орган человека. Площадь поверхности кожи около 1,5–2 м<sup>2</sup> (в зависимости от роста, пола, возраста). Вес кожи (без подкожной жировой клетчатки) около 5 % от общего веса тела, а с подкожной жировой клетчаткой – 16–17 %. Человеческая кожа состоит из эпидермиса и дермы, под которыми располагается подкожная жировая клетчатка. Дерма образована двумя слоями соединительной ткани, эпидермис же представлен многослойным ороговевающим эпителием, между клетками которого имеются особо плотные связи. Всего слоев в эпидермисе пять. Верхний, роговой, слой образован плотно прилега-

ющими друг к другу мертвыми клетками и сверху покрыт гидрофобной пленкой, состоящей из кожного сала, продуцируемого сальными железами (рис. 66).

В состав этой пленки входят триглицериды (60 %) и продукты их гидролиза (диглицериды, моноглицериды и свободные жирные кислоты), возникающие за счет липолитической активности резидентной микрофлоры, эфиры восков (24–26 %), холестерин и его эфиры (2,5–3,0 %), а также сквален (11,5–15,0 %) – полиненасыщенный три-терпен, который редко встречается в липидах поверхности кожи других млекопитающих и, по-видимому, является уникальным веществом себума кожи человека. Такая защитная «броня» делает кожу совершенно не проницаемой для воды. Вместе с тем смачивание кожи косметическими средствами играет важную роль в процессах очищения, моющего действия, проникновения полезных ингредиентов через эпидермис. Этому способствуют поверхностно-активные компоненты косметических средств.

*Смачивание – это явление, имеющее место при контакте жидкостей с поверхностью твердых тел при наличии одновременного контакта с воздухом.*



*Рис. 66. Наша кожа гидрофобна*



Основную роль в смачивании играют поверхностные свойства жидкости и твердого тела. В зависимости от сочетания этих свойств степень смачивания может различаться очень сильно. Например, вода хорошо смачивает очищенную от жировых загрязнений поверхность стекла: капля воды быстро растекается и образует тонкую плоскую пленку. Напротив, та же вода не смачивает поверхность политетрафторэтилена: капля воды на поверхности полимера принимает почти сферическую форму. Важнейшая особенность смачивания заключается в том, что в процессе участвуют три разные фазы: первая фаза – это твердое тело, вторая – смачивающая жидкость, третья – газ (воздух). Случай, когда третьей фазой выступает другая жидкость, которая не смешивается со смачивающей жидкостью, называют *избирательным смачиванием*. Типичным примером избирательного смачивания является контакт с поверхностью твердого тела полярной (вода, водные растворы) и неполярной (предельные углеводороды, ароматические вещества и т.д.) жидкости.

Количественной характеристикой смачивания служит *краевой угол*  $\theta$  (рис. 67), который измеряют по наклону касательной АВ к поверхности капли, находящейся на твердой поверхности. Вершина краевого угла (точка А) расположена на линии контакта всех трех фаз, участвующих в смачивании. В данном примере это окружность АС в основании капли. По ней соприкасаются друг с другом твердое тело, жидкость и окружающая их третья фаза – газ. Эту общую границу называют *линией смачивания* или *линией трехфазного контакта*.

Краевой угол  $\theta$  отсчитывают в сторону смоченной поверхности. При избирательном смачивании краевой угол отсчитывают в сторону более полярной жидкости. Краевой угол  $\theta$  определяется законом Юнга. Для трехфазных систем твердое тело – жидкость – газ *закон Юнга* имеет вид

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{тг} - \sigma_{тж}}{\sigma_{жг}}.$$

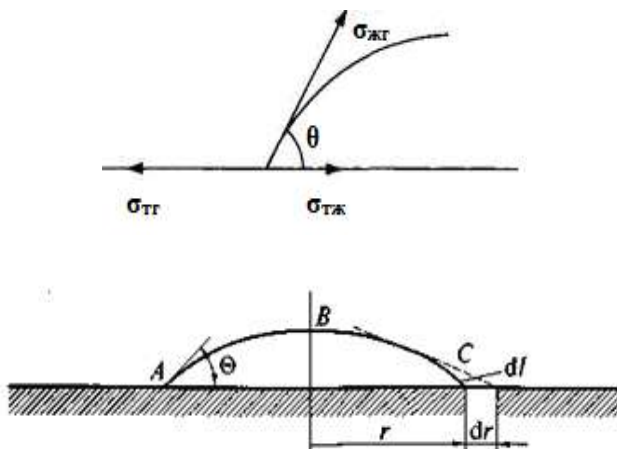


Рис. 67. Краевой угол капли жидкости на твердой поверхности; окружность AC — линия смачивания (линия трехфазного контакта)

Данное уравнение следует из условия термодинамического равновесия на линии смачивания. В правую часть уравнения входят три параметра: удельные поверхностные энергии твердого тела на границе с газом ( $\sigma_{ТГ}$ ) и жидкостью ( $\sigma_{ТЖ}$ ) и поверхностное натяжение жидкости на границе с газом ( $\sigma_{ЖГ}$ ). Все три параметра термодинамические. Поэтому каждой трехфазной системе соответствует (при определенной температуре  $T$ ) единственное значение равновесного краевого угла.

При избирательном смачивании закон Юнга имеет вид

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{тж1} - \sigma_{тж2}}{\sigma_{ж1ж2}},$$

где  $\sigma_{тж1}$  — удельная поверхностная энергия на границе твердого тела с жидкостью 1;  $\sigma_{тж2}$  — удельная поверхностная энергия на границе твердого тела со смачивающей жидкостью 2;  $\sigma_{ж1ж2}$  — поверхностное натяжение на границе жидкость 1 — жидкость 2.

На основе закона Юнга построена классификация различных случаев контактного взаимодействия жидкостей с поверхностью твердых тел (рис. 68).

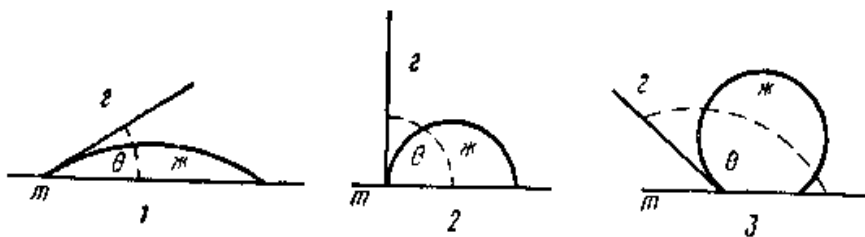


Рис. 68. Краевые углы смачивания: 1 – смачивание ( $\theta < 90^\circ$ ); 2 – переходный случай ( $\theta = 90^\circ$ ); 3 – несмачивание ( $\theta > 90^\circ$ )

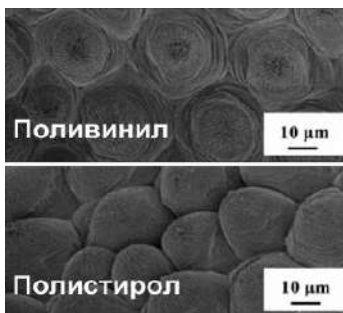
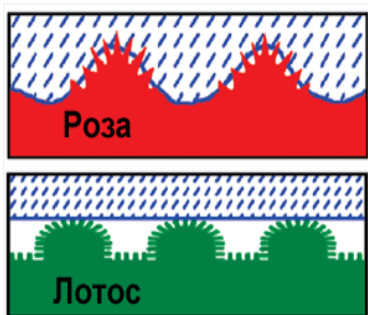
**Смачивание ( $\theta < 90^\circ$ ).** При смачивании поверхностная энергия  $\sigma_{тж}$  на границе жидкости с твердой поверхностью меньше поверхностной энергии  $\sigma_{тг}$  на границе твердое тело – газ:  $\sigma_{тж} < \sigma_{тг}$ . Тогда в соответствии с законом Юнга имеем  $\cos \theta > 0$ , т. е. краевые углы острые ( $\theta < 90^\circ$ ). При условии  $(\sigma_{тг} - \sigma_{тж}) < \sigma_{жг}$  краевой угол изменяется в интервале  $0^\circ < \theta < 90^\circ$ . Смачиваемые поверхности называют *лиофильными*; поверхности, которые смачиваются водой, – *гидрофильными*. Пример гидрофильной поверхности – оксидная пленка на поверхности металла. На окисленном алюминии или цинке краевой угол для воды составляет  $60 - 65^\circ$ .

**Несмачивание ( $\theta > 90^\circ$ ).** В этом случае удельная поверхностная энергия  $\sigma_{тж}$  на границе твердого тела с жидкостью больше, чем на границе твердого тела с газом ( $\sigma_{тж} > \sigma_{тг}$ ). Самопроизвольное растекание жидкости по данной твердой поверхности термодинамически невозможно. Из закона Юнга следует, что в случае  $\sigma_{тж} > \sigma_{тг}$  имеем  $\cos \theta < 0$ , т. е. краевые углы тупые:  $\theta > 90^\circ$ . Поверхности, не смачиваемые водой, называют *гидрофобными* (например, парафин). Капля воды на парафине имеет краевой угол  $\theta = 105^\circ - 108^\circ$ . На тефлоне (политетрафторэтилене) краевой угол воды еще больше ( $120 - 130^\circ$ ). Большинство природных и синтетических полимеров плохо смачиваются водой (рис. 69).



*Рис. 69. Иллюстрация гидрофобного характера поверхности природных полимеров*

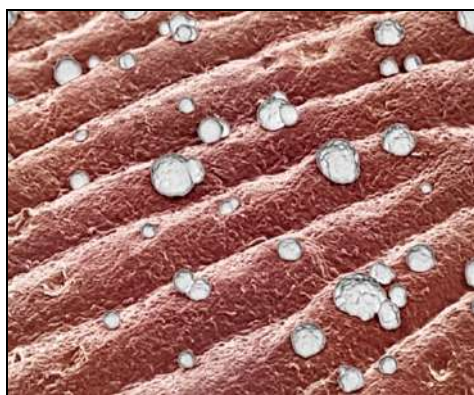
Секрет несмачивания лепестков розы, листьев лотоса заключается, наряду с особенностями структуры биополимеров, в уникальном микрорельефе поверхности (рис. 70).



*Рис. 70. Особенности микрорельефа природных биополимеров и синтетических супергидрофобных материалов*

Отмеченные особенности китайские технологи сразу применили на практике, взяв вместо естественных биополимеров искусственные поливинилхлорид и полистирол. Если эти материалы находятся в виде пленки, то их поверхность несмачиваема. Стоило только структурировать их по аналогии с розой, как ученые сразу получили сверхгидрофобное и высокоадгезивное состояние. Причем если в плоском состоянии гидрофобность полистирольной пленки, измеряемая краевым углом смачивания, составляет  $95^\circ$ , то с введением упорядоченной

шероховатой структуры она увеличилась до  $154,6^\circ$ . Кроме того, к этому добавилась и способность «завешивать каплю», если искусственный лепесток перевернуть. Создавались микроматериалы с помощью метода отпечатка, когда в качестве матрицы использовался лепесток розы, на который наносили раствор полимера с последующим испарением растворителя. А с этого отпечатка уже делали новую структуру, практически не отличающуюся от лепестка, за исключением чешуек, формирующих этот микрорельеф в природе. Уникальный микрорельеф поверхности кожи человека также усиливает гидрофобность (рис. 71).



*Рис. 71. Микрофотосъемка капель жидкости на поверхности кожи пальца. Хорошо видны бороздки папиллярных узоров*

**Полное смачивание, или растекание ( $\theta = 0^\circ$ ).** Этот случай реализуется при выполнении условия  $\sigma_{\text{тг}} > \sigma_{\text{тж}} + \sigma_{\text{жг}}$ . Тогда правая часть уравнения Юнга преобразуется к виду  $(\sigma_{\text{тг}} - \sigma_{\text{тж}}) / \sigma_{\text{жг}} > 1$ . Это означает, что равновесный краевой угол сформироваться не может. При этом условии капля растекается по твердой поверхности и превращается в плоскую тонкую пленку. Толщина смачивающих пленок обычно составляет 1 – 10 нм. Пример полного смачивания – вода на чистой стеклянной поверхности.

Уравнение равновесного краевого угла выведено для смачивания идеализированной твердой поверхности, которая считается гладкой, плоской, химически однородной и жесткой (недеформируемой).

В большинстве реальных случаев какое-либо из указанных условий не выполняется.

**Влияние шероховатости поверхности.** Реальные подложки не бывают идеально гладкими, они имеют достаточно сложный рельеф с микроскопическими и наноразмерными выступами и впадинами разной формы и размера – от 1 нм до 10 мкм. Основное следствие шероховатости заключается в том, что площадь такой поверхности  $S_{ш}$  будет больше площади идеальной поверхности  $S_0$ . Приведенное ниже отношение называют *коэффициентом шероховатости*:

$$\frac{S_{ш}}{S_0} = K .$$

По определению коэффициент  $K > 0$ . Для многих твердых поверхностей (полированных, шлифованных)  $K = 1,05 \div 1,15$ .

Сопоставление с законом Юнга дает уравнение краевого угла на шероховатой твердой поверхности – *уравнение Венцеля – Дерягина*:

$$\cos \theta_{ш} = K \cdot \cos \theta ,$$

где  $K$  – коэффициент шероховатости. В том случае, когда  $\cos \theta > 0$ , шероховатость увеличивает смачивание; когда  $\cos \theta < 0$ , шероховатость увеличивает несмачивание.

Управление смачиванием возможно с помощью ПАВ. Из уравнения Юнга следует, что растекание жидкости по поверхности твердого тела можно усилить двумя способами. Введение поверхностно-активных веществ может приводить к уменьшению как поверхностного натяжения на границе жидкость – воздух, так и межфазного натяжения между твердым телом и каплей (рис. 72). Если, напротив, требуется сделать гидрофильный материал водоотталкивающим, необходимо минимизировать смачивание. Обычно это достигается гидрофобизацией поверхности. В результате гидрофобизации межфазное натяжение  $\sigma_{тж}$  увеличивается, а поверхностное натяжение  $\sigma_{тл}$  уменьшается, причем оба эффекта приводят к уменьшению коэффициента растекания  $S$ .

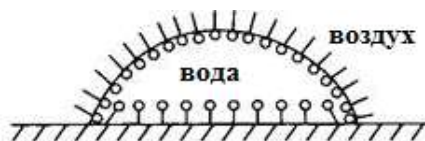


Рис. 72. Введение ПАВ в каплю воды на гидрофобной поверхности твердого тела, приводящее к уменьшению как  $\sigma_{жс}$ , так и  $\sigma_{тжс}$

На рис. 73 схематически показана модификация поверхности вследствие адсорбции ПАВ.

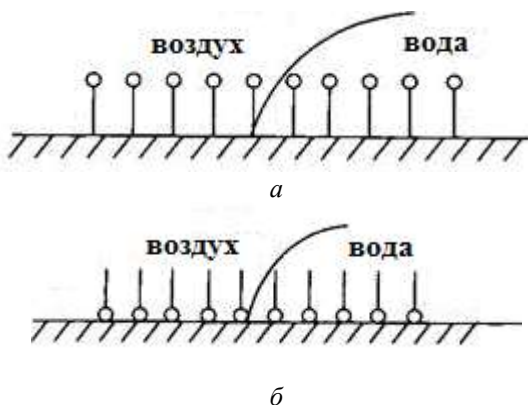


Рис. 73. Схема гидрофилизации (а) и гидрофобизации (б) твердой поверхности

Смачивание зависит от эффективности снижения поверхностного натяжения в динамических условиях, т. е. по мере растекания смачивающей жидкости по поверхности субстрата поверхностно-активные молекулы должны быстро диффундировать к движущейся границе между жидкостью и субстратом.

Следовательно, хорошие смачиватели должны иметь следующие свойства:

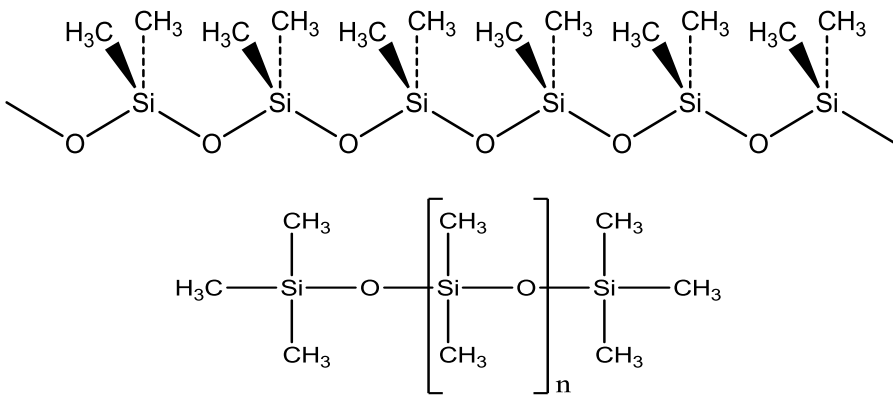
- 1) обладать значительной движущей силой для перехода на межфазную границу твердое тело – жидкость;
- 2) эффективно снижать поверхностное натяжение;



3) иметь достаточную концентрацию свободных молекул ПАВ, не связанных в мицеллы;

4) быстро двигаться к вновь возникающей поверхности.

Для косметических средств важно не только гидрофилизировать поверхность, но и оказывать обратное действие. Это характерно для эмульсионных систем – кремов, бальзамов, молочка, солнцезащитных средств, которые образуют гидрофобную защитную пленку на поверхности кожи. В качестве примеров гидрофобизирующих агентов в порядке возрастающей эффективности можно привести парафины, силиконы, силаны и фторированные углеводороды. Часто используют также катионные ПАВ. В последние годы в косметических средствах широкое применение нашли силиконы – кремнийорганические жидкости (полидиметилсилоксан, циклометилсилоксан). Приведем структуру наиболее распространенного кремнийорганического олигоорганосилоксана (силикона) – полидиметилсилоксана:



*Полидиметилсилоксан — типичный гидрофобизирующий агент*

Конформация силикона на поверхности такова, что силоксановая основная цепь взаимодействует с поверхностью, а металлические группы ориентированы наружу. Обработка поверхности силиконом приводит к эффективной гидрофобизации. Кремнийорганические жидкости, кроме технологии косметических средств, находят применение во многих технологиях. Обработанные кремнийорганическими соединениями материалы не смачиваются ни водой, ни водными рас-

творами. Пористые материалы после обработки кремнийорганическими соединениями перестают впитывать в себя воду, а их воздухопроницаемость при этом практически не изменяется. Такое действие кремнийорганических соединений обусловлено появлением на поверхности обработанного материала тончайшей наноразмерной пленки (толщиной  $3 \cdot 10^{-6}$  см). Они образуют мономолекулярные пленки на многих границах раздела, например на поверхности воды. Водоотталкивающие свойства можно придать бумаге введением кремнийорганической жидкости непосредственно в бумажную массу перед изготовлением из нее бумаги (проклейка бумаги). Текстильные ткани, пропитанные кремнийорганическими жидкостями, становятся непромокаемыми.

Силиконы и катионные ПАВ используются и в качестве кондиционирующих добавок в косметические средства, что будет рассмотрено далее. Можно ожидать, что для гидрофобизации поверхности требуется создать на ней плотноупакованный слой гидрофобизирующего агента, обеспечивающий полное покрытие поверхности. Однако недавно проведенные исследования механизма гидрофобизации показали, что достаточно частичного покрытия поверхности гидрофобизирующим агентом для обеспечения несмачивания ее водой. Вода не будет растекаться по поверхности, частично покрытой гидрофобными доменами. Во многих случаях оказывается, что для обеспечения этого эффекта достаточно модифицировать 10 – 15 % поверхности. В этом, по-видимому, заключается причина того, что гидрофобизирующие агенты оказываются эффективными уже в минимальных количествах.

Смачивание как поверхностное явление тесно связано с очищающим и моющим действием косметических средств. ПАВ являются обязательными компонентами очищающих средств на водной основе и с пониженным содержанием спирта. Почти все загрязнения гидрофобны (водонерастворимы), ибо они, как правило, образованы жирами, маслами, восками в сочетании с сажой или пылью. Растворимые в воде загрязнения – это различные соли, сахар, крахмалы. Процесс удаления загрязнения можно условно представить состоящим из ряда последовательных этапов. Вода, обладая высоким поверхностным натяжением, полностью не смачивает загрязненные поверхности. Если же в воде растворить моющее средство, то, благодаря поверхностной активности ПАВ, понижается поверхностное натяжение воды, тем са-

мым увеличивается ее смачивающая способность. ПАВ адсорбируются на поверхности, и водный раствор моющего средства растекается по слою загрязнения, смачивая и заполняя его поры. Благодаря этому уменьшаются силы сцепления частиц загрязнения между собой и отмываемой поверхностью. Молекулы ПАВ, входящего в состав моющего средства, способствуют отрыву частиц загрязнения с поверхности. Этот процесс усиливается и механическим воздействием движущегося раствора моющего средства. В результате этого частицы загрязнений переходят в водный раствор. При этом молекулы ПАВ моющего средства окружают частицы загрязнения и отмытую поверхность в своеобразную «шубу», препятствующую укрупнению частиц и их оседанию обратно на поверхность. Происходит эмульгирование – перевод в водную фазу водонерастворимой жировой составляющей загрязнения, или суспендирование загрязнений неорганической природы.

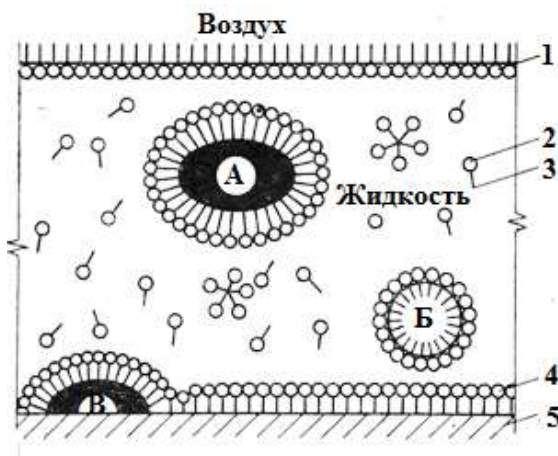


Рис. 74. Схема моющего процесса: 1 – ориентированная адсорбция молекул ПАВ на границе воздух – жидкость; 2 – гидрофильная часть молекул ПАВ; 3 – гидрофобная часть молекулы ПАВ (радикал); 4 – адсорбция молекул ПАВ на границе жидкость – твердое тело; 5 – очищаемая поверхность (1); А – твердая грязевая частица, отторгнутая от поверхности; Б – жидкая грязевая частица; В – твердая грязевая частица на поверхности

Стадии процесса удаления твердых и жидких загрязнений с поверхности кожи можно представить следующим образом:

1) смачивание загрязненной поверхности водным раствором ПАВ;

2) удаление загрязнений с поверхности в результате солюбилизации, эмульгирования, диспергирования, суспендирования и расклинивающего действия ПАВ на границе раздела поверхность – загрязнение – водный раствор ПАВ;

3) удерживание загрязнений в объеме моющего раствора и удаление их в суспендированном, эмульгированном или солюбилизированном состоянии

На каждой стадии поверхностно-активные вещества принимают активное участие в протекающих коллоидно-химических процессах.

Солюбилизация загрязнений заключается в коллоидном растворении в мицеллах ПАВ различных загрязнений. Этот процесс связан с проникновением растворяемых загрязнений с поверхности внутрь мицелл. Молекулы неполярных веществ (углеводородов), внедряясь в мицеллы, растворяются в их ядре и располагаются хаотично между цепями молекул моющих веществ. Следует отметить, что процесс удаления загрязнений в пеномоющих средствах более сложен в связи с присутствием пузырьков пены, которая обладает свойством тягивать в себя загрязнения.

Механизм очищающего действия ПАВ на поверхность волоса и кожные покровы обусловлен физико-химическими свойствами ПАВ и состоит из следующих этапов:

*1. Гидрофилизация кожных покровов.* Молекулы ПАВ способны взаимодействовать с липидными пленками, благодаря дифильности структуры в них содержится два участка – гидрофильный и гидрофобный. Они могут встраиваться в липидный слой, ориентируясь своей гидрофобной частью к жировым частицам. При этом молекулы ПАВ группируются вместе таким образом, что в липидном слое оказываются гидрофильные, т. е. проницаемые для воды, участки. Первым следствием воздействия ПАВ на роговой слой является гидратация липидных мембран: вода, нанесенная на поверхность кожи, просачивается в роговой слой и проникает в гидрофильные области, созданные молекулами ПАВ. Возрастание степени прохождения воды через роговой слой служит одним из способов оценки повреждающего дей-

ствия ПАВ и отличает его от повреждающего действия других факторов. Однако в этом случае вода легко проникает в роговой слой как снаружи, так и изнутри, со стороны дермы. Поэтому гидратация рогового слоя сопровождается частичным повреждением липидных структур и вызывает снижение водоудерживающей способности эпидермиса, что в конечном итоге приводит к развитию сухости кожи.

2. *Солюбилизация жировых частиц в растворе ПАВ.* Гидрофилизированные жировые частицы солюбилизируются ПАВ. Термин «солюбилизация» обозначает образование стойкого раствора гидрофобного/гидрофильного вещества, нерастворимого в данном растворителе, в соответствующем растворе ПАВ.

3. *Переход солюбилизированной частицы в объем пены.* Это облегчает ее удаление и дальнейшее прополаскивание водой или другими косметическими средствами. Пена, как уже отмечалось, это дисперсная система, в которой газообразное вещество распределено в жидкой дисперсионной среде. Механизм образования пены состоит в следующем. При попадании пузырьков воздуха в раствор ПАВ на них образуются адсорбционные слои ПАВ. При росте пузырьков они окружаются двойным слоем у межфазной поверхности ПАВ – воздух, т. е. образуется пена. Пена – термодинамически неустойчивая система, поскольку обладает развитой межфазной поверхностью. Со временем происходит утолщение пленок, вытекание жидкости под действием силы тяжести, диффузия газа из пузырьков сквозь пленки, и пена разрушается. Под *устойчивостью пены* понимают способность пены сохранять в себе жидкость. Различные ПАВ имеют разную пенообразующую активность, что определяет их применение в качестве действующих веществ в косметических средствах пеномоющего назначения.

При разработке составов пеномоющих препаратов, и в частности шампуней, необходимо учитывать *положительные свойства ПАВ*:

- Возможность стабилизации микро- и макроэмульсий. Как амфифильные вещества ПАВ могут применяться для стабилизации эмульсий типа «масло-в-воде» (м/в) и «вода-в-масле» (в/м), лежащих в основе кремообразных пеномоющих средств.

- Способность повышать проницаемость кожи, влиять на проникновение биологически активных веществ (БАВ) и повышать скорость достижения косметического эффекта (благодаря этим свойствам поверхностно-активные вещества относятся к энхансерам). В качестве энхансеров все ПАВ применяются именно из-за их способности

частично разрушать липидные структуры, повышать проницаемость рогового слоя и способствовать проникновению БАВ через роговой слой.

- Обеспечение пеномоющего действия, благодаря высоким функциональным свойствам (пенообразующей способности, устойчивости пены, кратности пены, времени жизни пены и др.).

- Проявление обезжиривающего, кондиционирующего и бактерицидного действий.

Однако при выборе состава и концентрации комплекса ПАВ необходимо учитывать *побочные эффекты от их применения*:

- специфические особенности кожного покрова;
- возможность появления раздражающего действия вследствие разрушения липидных структур рогового слоя, понижения барьерной функции кожи;
- возможность цитотоксического действия некоторых катионных ПАВ;
- развитие контактных дерматитов, вызванных применением высоких концентраций анионных ПАВ;
- проявление кумулятивного эффекта.

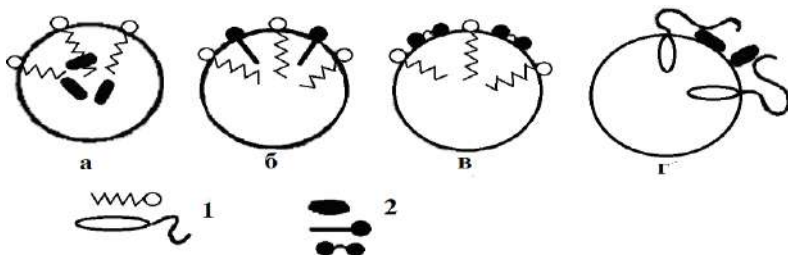
## 2.5. Солюбилизация

Обязательными компонентами косметических средств являются парфюмерные композиции (отдушки). Они во многом определяют образ продукта и успех его у потребителя. Технология парфюмерии – отдельная область знаний и производства. Тем не менее выбор отдушки очень важен для технологии косметических средств, особенно для продуктов на водной основе, к которым относятся пеномоющие и очищающие средства. Это связано с необходимостью получения прозрачных средств, что может быть затруднительно в связи с ограниченной растворимостью парфюмерных композиций. Актуальной тенденцией в технологиях производства парфюмерных композиций является использование натуральных компонентов – эфирных масел и восков. В связи со сложностью их получения и высокой стоимостью в парфюмерии используются и синтетические душистые вещества. Парфюмерные композиции (отдушки) содержат обычно несколько десятков душистых веществ. Их составляющие, например эфирные масла, также

представляют собой многокомпонентные смеси, нерастворимые в воде. Это приводит к получению недостаточно прозрачных продуктов. В связи с этим зачастую возникает необходимость солюбилизовать дополнительно парфюмерные композиции, для того чтобы использовать их в производстве прозрачных гелей для душа, шампуней, жидкого мыла. Получение прозрачных средств связано с важным коллоидно-химическим явлением – солюбилизацией.

*Солюбилизация – это коллоидное растворение нерастворимых в воде веществ в мицеллах поверхностно-активных веществ (солюбилизаторов).*

Термин «солюбилизация» введен в науку первооткрывателем мицелл Мак-Беном для обозначения особого способа перевода нерастворимого в данном растворителе вещества в коллоидную систему. Коллоидные ПАВ с числами ГЛБ 15-18 являются хорошими солюбилизаторами, т. е. веществами, вызывающими повышение растворимости.



*Рис. 75. Схематичное изображение солюбилизации в мицеллах ПАВ: а – углеводов; б – полярных органических веществ; в – веществ с несколькими полярными группами; г – ароматических соединений в мицеллах НПАВ; 1 – молекулы ПАВ; 2 – молекулы солюбилизата*

Согласно современным взглядам, солюбилизация представляет собой растворение органических веществ в мицеллах ПАВ. Возможны различные механизмы солюбилизации (рис. 75).

Неполярные углеводородные соединения растворяются в ядре (углеводородной части) мицеллы (рис. 75а), а полярные органические соединения (спирты, кислоты, амины) располагаются в мицеллах таким образом, что их углеводородные части направлены внутрь ми-



целл, а полярные группы — в водную фазу (рис.75б). Для неионогенных ПАВ, содержащих полиоксиэтилированные группы, характерен следующий способ солюбилизации: молекулы солюбилизата (например, фенола), не проникая в ядро мицелл, располагаются в периферической части, между оксиэтилированными цепями, образуя водородную связь с эфирным атомом кислорода (рис. 75г). Адсорбция на поверхности мицеллы (рис. 75г) свойственна для соединений, содержащих несколько полярных групп.

При солюбилизации мицеллярный вес ПАВ увеличивается не только за счет включения молекул солюбилизата, но и из-за увеличения числа молекул ПАВ в мицелле. Подобная перестройка мицелл вызвана тем, что при солюбилизации углеводов увеличивается гидрофобность ядра мицеллы, а поэтому для сохранения равновесия должно увеличиться и число молекул ПАВ, образующих мицеллу.

У некоторых ПАВ настолько выражены гидрофобные (олеофильные) свойства, что они нерастворимы в воде, но растворяются в неполярных средах. Обычно это ПАВ, имеющие два углеводородных радикала, например кальциевые и магниевые соли высших жирных кислот. Такие маслорастворимые ПАВ также способны к мицеллообразованию, но в этом случае возникают мицеллы с противоположной ориентацией молекул (так называемые обратные мицеллы): полярные группы объединяются в гидрофильное (олеофобное) ядро, а углеводородные радикалы обращаются в сторону родственной им неполярной среды, образуя олеофильную оболочку, которая экранирует внутреннюю гидрофильную часть мицеллы от контакта с углеводородной средой. В обоих случаях при  $c > \text{ККМ}$  имеем прозрачные оптически однородные системы.

Как уже было отмечено, солюбилизация является важным свойством растворов ПАВ, которое связано с их мицеллярной структурой. Известно, что в качестве солюбилизаторов используют неионные ПАВ, в том числе для солюбилизации парфюмерных композиций в водно-спиртовых растворах, к которым относятся многие косметические лосьоны.

Процесс солюбилизации в растворах ПАВ включает следующие стадии:

- растворение солюбилизата в воде;
- диффузия его молекул к поверхности мицелл;
- дальнейшее проникновение молекул внутрь самой мицеллы.

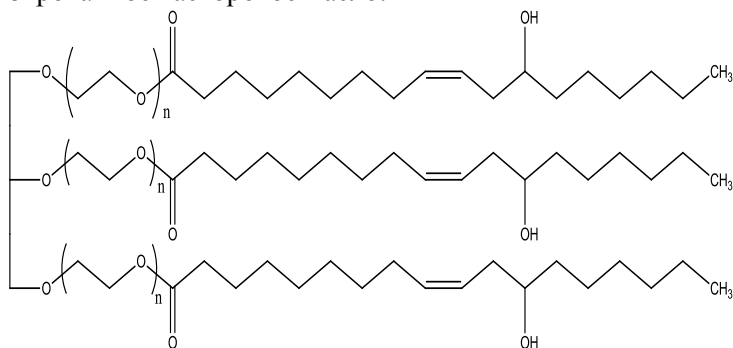
На солюбилизацию оказывают влияние длина и разветвленность цепи ПАВ, положение сульфогруппы, температура раствора, его концентрация, добавки и т. д. Так, увеличение алкильной цепи алкилбензолсульфонатов ведет к заметному снижению солюбилизации, добавление же в моющий раствор длинноцепочных спиртов, аминов и электролитов значительно ее повышает. Растворы алкилсульфонатов обладают высокой солюбилизирующей способностью, она значительно увеличивается в присутствии полярных растворителей.

Солюбилизирующая способность алкилсульфатов увеличивается с повышением молекулярной массы или при увеличении их концентрации в растворе. Соединения с разветвленной цепью обладают лучшей солюбилизирующей способностью, чем соединения с неразветвленной цепью. Солюбилизирующая способность вторичных алкилсульфатов ниже, чем первичных, прибавление в раствор электролитов ведет к ее увеличению. В водных растворах соли четвертичного аммония образуют мицеллы и проявляют солюбилизирующую способность. Характерно, что поверхностная активность и солюбилизирующая способность смеси солей четвертичного аммония с длиной углеводородной цепи от 10 до 20 атомов углерода значительно выше, чем у отдельных соединений. Неионогенные ПАВ обладают наивысшей солюбилизирующей способностью. Она возрастает с увеличением длины полиэтиленгликолевой цепи, достигая максимума при наличии в цепи 27 молекул этиленоксида.

Количество солюбилизированного вещества увеличивается пропорционально концентрации раствора ПАВ в области существования сферических мицелл и резко возрастает при образовании пластинчатых мицелл. Солюбилизация зависит также от молекулярной структуры солюбилизата. Так, если в качестве солюбилизата применяют углеводород, то при уменьшении его молекулярного веса коллоидная растворимость увеличивается. Введение в солюбилизиат полярных групп обычно также увеличивает солюбилизацию.

Солюбилизация является важнейшим процессом в различных областях. Наиболее известна солюбилизация органических красителей. Для косметических средств важна солюбилизация масел и душистых веществ в растворах ПАВ. Солюбилизация масел широко применяется в фармацевтической и парфюмерной промышленности.

С помощью солюбилизаторов можно готовить лекарственные формы с нерастворимыми лекарственными веществами. При этом достигается быстрое и полное всасывание лекарственного вещества, что приводит к снижению дозировки лекарственных средств. Это свойство обеспечивает сведение к минимуму побочных эффектов от введения лекарственных веществ. Солюбилизация душистых веществ изучена недостаточно. Как правило, для этих целей используются оксиэтилированные неионные ПАВ, например ПЭГ-40 ГKM – оксиэтилированное гидрогенизированное касторовое масло:



*ПЭГ-40 ГKM – оксиэтилированное гидрогенизированное касторовое масло.  
n – степень оксиэтилирования, в сумме равная 40*

Некоторыми исследователями было обнаружено, что характер солюбилизации зависит от природы и состава парфюмерной композиции, отдушки. Было показано, что НПАВ солюбилизирует отдушки в гидрофильной части мицелл. Количественные характеристики солюбилизации зависят от степени оксиэтилирования НПАВ. Солюбилизация играет важную роль в процессах очищения и отмыывания загрязнений с поверхности кожи и волос.

### **3. ПЕНОМОЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ КОСМЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Пеномоющие средства для тела и волос занимают ведущие позиции по объему продаж и производства, востребованности потребителем всех возрастных категорий. Это шампуни, гели для душа, пены для ванн, жидкое мыло, средства для умывания. В этих продуктах успешно реализуется одна из основных тенденций в производстве косметических средств – полифункциональность. Наряду с основным предназначением – очищением от загрязнений они оказывают ухаживающее действие, содержат биологически активные добавки, такие как натуральные экстракты растений, витамины, кондиционирующие добавки. Это сравнительно «молодые» косметические средства, появление и совершенствование которых связано с успехами в синтезе новых дерматологически мягких водорастворимых поверхностно-активных веществ. Несмотря на относительно простую технологию производства, пеномоющие композиции являются областью приложения научных исследований, которые касаются совместимости ингредиентов, оптимизации состава синергических смесей ПАВ, повышения эффективности пенообразования и моющего действия в воде любой жесткости, создания лечебно-косметических (космецевтических) средств.

#### **3.1. Основные ингредиенты**

##### **3.1.1. Международная номенклатура косметических ингредиентов INCI**

Бурное развитие косметической промышленности потребовало упорядочить работу с ингредиентами, входящими в состав косметических средств. Этим занялась основанная в 1894 г. организация The Cosmetic, Toiletry and Fragrance Association (ныне The Personal Care Products Council). CTFA принадлежит авторство Международной номенклатуры косметических ингредиентов INCI. Первый словарь CTFA выпустила в 1973 г., в нем содержались названия 5000 ингредиентов. Каждому был присвоен номер согласно Chemical Abstract Service Registry (CAS). В 1994 г. было выпущено уже 5-е издание словаря, кото-

рое называлось International Cosmetic Dictionary, содержащего уже 6000 названий ингредиентов. В 2006 г. выпущено 11-е издание, которое называлось INCI – International Nomenclature of Cosmetic Ingredients / Международная номенклатура косметических ингредиентов, в нем содержалось уже более 13 000 названий ингредиентов. В 2010 г. – 13-е издание номенклатуры International Cosmetic Ingredients Dictionary and Handbook, куда вошло 17,5 тыс названий ингредиентов. В России данная номенклатура используется как официальный «ориентир» для указания названий веществ в составе.

В России не существует единого словаря косметических ингредиентов, однако в законодательных актах, например в ГОСТах, упоминается INCI и даются следующие рекомендации: «По усмотрению изготовителя допускается указание списка ингредиентов в соответствии с Международной номенклатурой косметических ингредиентов (INCI) с использованием латинской графической основы». INCI-формат используется в странах Евросоюза, в США существует своя декларация – CTFA (Chemistry, Toiletary and Fragrance Association). Между ними есть некоторые небольшие различия, но существует четкая тенденция писать ингредиенты в соответствии с требованиями европейского INCI на упаковке во всем мире, включая Россию. После 1 июля 2014 г. в России производители косметики обязаны указывать в составе продукции все косметические ингредиенты полностью. Это следует из технического регламента 009/2011, который вступил в силу после двухлетнего переходного периода.

Международная номенклатура в силу косметических ингредиентов (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients, INCI) – это международная система обозначения ингредиентов косметических средств. Ее основная цель – дать возможность людям, страдающим аллергией, перед покупкой уточнять наличие в косметике вредных и небезопасных для них компонентов. Обозначение косметических ингредиентов по системе INCI в Евросоюзе предписано законом с 1997 г. Ингредиенты перечисляются в порядке убывания их концентрации в косметике – это правило распространяется на все ингредиенты, концентрация которых превышает 1 %. Если речь идет об ингредиентах, концентрация которых составляет менее 1 %, этому правилу следовать не обязательно. Наименования, используемые в INCI, в основном, но не всегда соответствуют названиям химических соединений. Список парфюмерных компонентов включает лишь 26 разрешенных наимено-

ваний ароматизаторов. Душистые вещества, которые могут вызвать аллергические реакции, также упоминаются в списке. Красители обозначаются в конце списка с помощью специальных номеров, предписанных системой, при этом их классификация, порядок перечисления не регламентируются стандартом. Если существуют различные цветовые варианты косметического средства, название красителя, используемого в конкретном продукте, помещается в квадратные скобки. Знак «+/-» указывает, что в косметике могут содержаться не все перечисленные красители. Пример: [+/- CI12700, CI14270, CI20470]. Чтобы сохранить секретность рецептуры, некоторые ингредиенты указываются с помощью семизначных кодов, например 600277D или ILN5643.

Состав пеномоющих композиций может включать до 30 ингредиентов. Пеномоющие композиции представляют собой достаточно концентрированные водные растворы, содержащие незначительное количество солюбилизированных водонерастворимых ингредиентов (душистые вещества, масла). Основные компоненты этих средств представлены на рис. 76. В количественном отношении в содержании преобладает вода, к очистке и мягкости которой предъявляются высокие требования. Важная роль принадлежит синергическим смесям ПАВ и со-ПАВ. Необходимая вязкость достигается использованием загустителей, в качестве которых применяются хлорид натрия и/или высокомолекулярные соединения. В связи с тем что использование ПАВ приводит преимущественно к высоким значениям pH, что отрицательно сказывается на состоянии кожи и волос, в композицию вводятся регуляторы pH. Пеномоющие композиции подвержены микробному заражению, в связи с чем обязательно использование консервантов. Эстетические добавки способствуют успеху средства у потребителя, а полезные добавки призваны обеспечить дополнительные функции – увлажнение, питание, защиту от вредных воздействий, восстановление и лечебное действие. Большим прорывом в разработке пеномоющих средств для волос явилось создание средств «2 в 1» с кондиционирующим действием на основе использования многих новых ингредиентов.

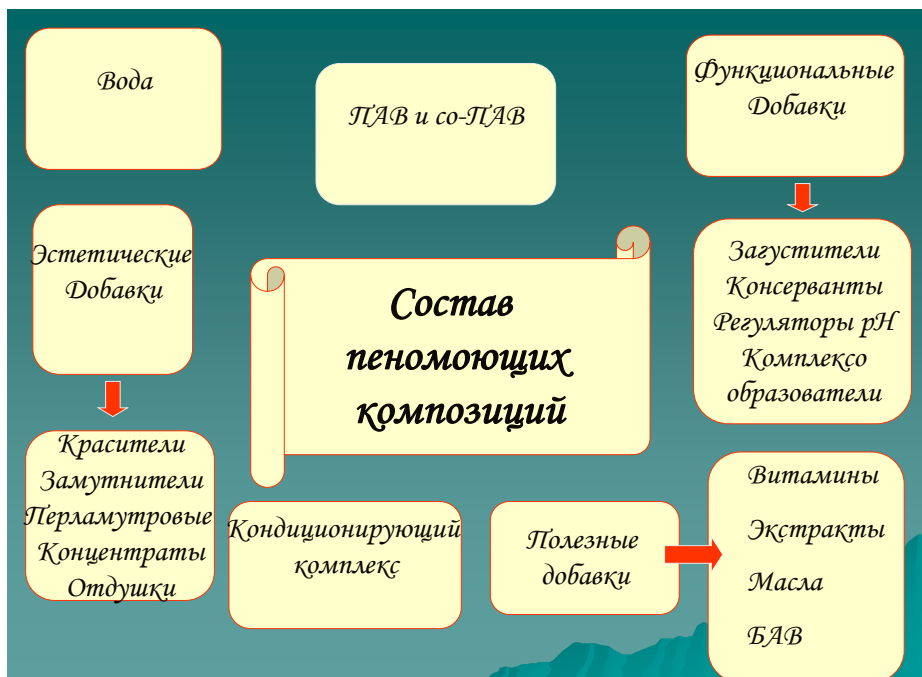


Рис. 76. Основные ингредиенты пеномоющих композиций

### 3.1.2. ПАВ и со-ПАВ для пеномоющих композиций

Обязательными компонентами пеномоющих средств являются *ПАВ – пенообразователи и пеностабилизаторы*. Как правило, в композиции присутствуют основное ПАВ и одно или несколько со-ПАВ. В этом случае имеет место синергизм действия ПАВ.

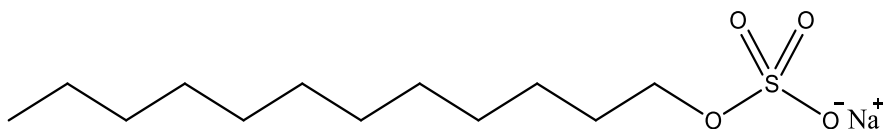
*Синергизм (synergy) – совместное действие для достижения общей цели, основанное на принципе, что целое представляет нечто большее, чем сумма его частей.*

Синергизм означает превышение совокупным результатом суммы слагающих его факторов. По отношению к ПАВ это означает,

что смеси ПАВ более эффективны, чем отдельные компоненты смеси, при этом наблюдаются отклонения от аддитивности – система работает как единое целое, проявляя большую эффективность, чем сумма эффекта каждого ПАВ, умноженная на мольную долю его содержания в смеси.

Со-ПАВ увеличивают стабильность пены, улучшают ее текстуру, загущают композицию. Следует отметить, что используемые в одних рецептурах основные ПАВ в других могут выполнять функции со-ПАВ. В последние годы появилось много продуктов, в которых использованы новые, дерматологически мягкие ПАВ, производные природных соединений. Перечислим наиболее часто применяемые ПАВ и со-ПАВ.

**Лаурилсульфат натрия (INCI: Sodium Lauryl Sulfate, SLS)  $C_{12}H_{25}OSO_3Na$ , или додецилсульфат натрия (Sodium Dodecyl Sulfate, SDS)**



Это анионное ПАВ, имеющее хорошие пенообразующие свойства. Порошок белого цвета, молярная масса 288,38 г/моль, температура плавления 206 °С. Биоразлагаемость лаурилсульфата натрия превышает 90 %, токсичных продуктов при разложении не образует. Растворимость резко возрастает после 30 °С. Используется в качестве детергента в промышленности, фармакологии, косметологии.

Лаурилсульфат натрия используется:

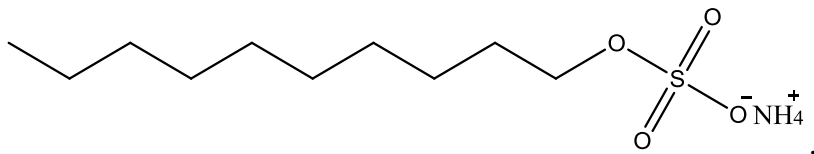
- в шампунях;
- пеномоющих средствах для тела;
- зубных пастах.

Обладает настолько высокой моющей способностью, что может вымывать кожный жир и сушить кожу, вызывая раздражение. В связи с этим его применение в качестве основного ПАВ ограничено, несмотря на эффективное пенообразование и очищение. Вместе с тем показано, что лаурилсульфат натрия раздражает кожу лица лишь при длительном воздействии (более часа), его отрицательное влияние в



смываемых средствах сильно преувеличено и носит индивидуальный характер.

Более мягким действием обладает анионное ПАВ – лаурилсульфат аммония (INCI: Ammonium Lauryl Sulfate):



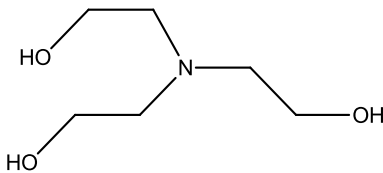
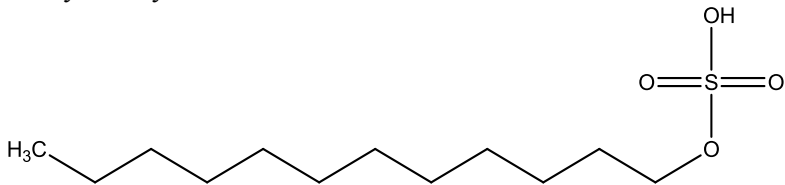
а также кокосульфат натрия (INCI: Sodium coco sulfate). Он отличается от лаурилсульфата тем, что получен на основе жирнокислотной фракции кокосового масла C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>, при этом в кокосульфате натрия около 66 % лаурилсульфата натрия, кроме него присутствуют миристилсульфат натрия, пальмитилсульфат, стеарил сульфат и незначительное количество сульфопроизводных ненасыщенных жирных кислот (табл. 3).

Таблица 3

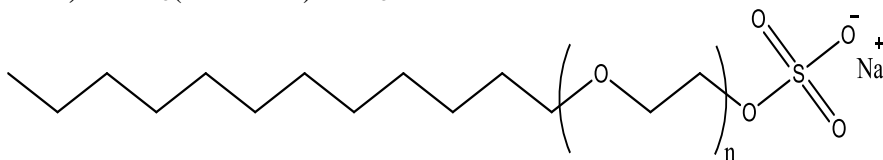
Типичный жирнокислотный состав кокосового масла

| Жирная кислота | % мас. | Число атомов С |
|----------------|--------|----------------|
| 1              | 2      | 3              |
| Каприловая     | 8      | 8              |
| Каприновая     | 8      | 10             |
| Лауриновая     | 50     | 12             |
| Миристиновая   | 16     | 14             |
| Пальмитиновая  | 8      | 16             |
| Стеариновая    | 2      | 18             |
| Олеиновая      | 5      | 18             |
| Линоленовая    | 2      | 18             |

В новых рецептурах может встретиться **лаурилсульфат триэтаноламина (INCI: TEA Lauryl Sulphate)** – продукт взаимодействия сульфокислоты и триэтаноламина. Это более мягкое ПАВ, чем лаурилсульфат натрия. Как неионное ПАВ образует менее плотную и устойчивую пену:



Лауретсульфат натрия, оксиэтилированный (этоксили-  
рованный) лаурилсульфат натрия (INCI: Sodium laureth sulfate,  
SLES).  $C_{12}H_{25}(OCH_2CH_2)_nOSO_3Na$ :



Вещество относится к анионным ПАВ. Молярная масса 420 г/моль. Среднее количество оксиэтиленовых групп 2 – 3. Отличается от лаурилсульфата натрия лучшей растворимостью. Чаще всего поставляется в виде 70 % пасты, может применяться и в виде концентрированного раствора (СЭК 282 – производство «Нэфис Косметикс», 28 % водный раствор, степень оксиэтилирования равна 2). В жесткой воде (насыщенной солями магния, кальция, в морской воде) обладает хорошей моющей способностью. На кожные покровы воздействует более мягко, чем лаурилсульфат натрия. Группа этоксилированных алкилсуль-

фатов, в том числе лауретсульфат натрия, широко используется в косметической продукции повсеместно.

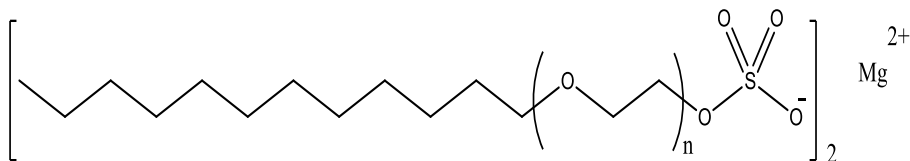
Лауретсульфат натрия является основным ПАВ в большинстве косметических средств для личной гигиены:

- гели для душа;
- пены для ванн;
- жидкое мыло;
- шампуни.

Благодаря высоким пенообразующим, моющим и эмульгирующим свойствам, лауретсульфат натрия является основным анионным поверхностно-активным веществом в широком ассортименте жидких средств бытовой химии (товары для стирки и мытья посуды). Его широкое использование обусловлено хорошей совместимостью с кожей и незначительной раздражающей способностью.

В последние годы появились *бессульфатные шампуни*, в которых в качестве основных ПАВ используются более мягкие ингредиенты на основе природных продуктов. Необходимо отметить, что производители таких шампуней активно поддерживают совершенно необоснованные утверждения, гуляющие по социальным сетям, о многочисленных отрицательных эффектах, связанных с применением лауретсульфата натрия. Синтез этого ПАВ дал существенный импульс развитию производства пеномоющих композиций. В сочетании с мягкими со-ПАВ его использование в смываемой продукции безопасно и технологично.

**Лауретсульфат магния (INCI: Magnesium Laureth Sulfate):**



Анионное поверхностно-активное вещество, обладающее очищающими свойствами. Не раздражает кожу и глаза. Более мягкое, но и более дорогое ПАВ.

Лауретсульфат магния используют в качестве основного ПАВ преимущественно:

- в детских шампунях;
- шампунях и гелях для душа;
- средствах для интимной гигиены.

В дорогих рецептурах можно встретить и **лауретсульфат триэтаноламина (INCI: TEA Laureth Sulphate)**, который более мягок, но обладает меньшей пенообразующей способностью. В сочетании с со-ПАВ эта проблема решается.

**Кокоглюкозид (INCI: Coco-Glucosid)** – натуральное неионное поверхностно-активное вещество, образующее стабильную, мягкую, мелкоячеистую пену. Вязкая жидкость желтоватого цвета, pH 11,5 – 12,5 (20 % раствор), вязкость при 20 °C 2500 – 6000 mPa, содержание активного вещества 51 – 53 %.

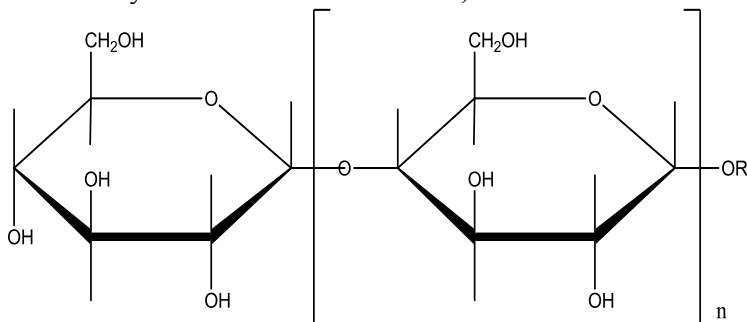
Его получают из возобновляемого сырья с помощью реакций ферментации между производными продуктами пальмоядрового или кокосового масла и виноградного сахара. Совместим с другими ингредиентами, а также обладает синергическим эффектом с другими поверхностно-активными веществами. Является очень мягким пенообразователем для рецептур пеномоющих средств с низким раздражающим действием, особенно для чувствительной кожи.

Кокоглюкозид образует высокократную пену почти в любых условиях, уровень пенообразования сравним с анионными ПАВ. Образующаяся пена стабильна, что является преимуществом при создании средств для ванны или душа. Легко растворим в воде. Экологически чистый и полностью биоразлагаемый продукт.

Кокоглюкозид в составе косметических средств:

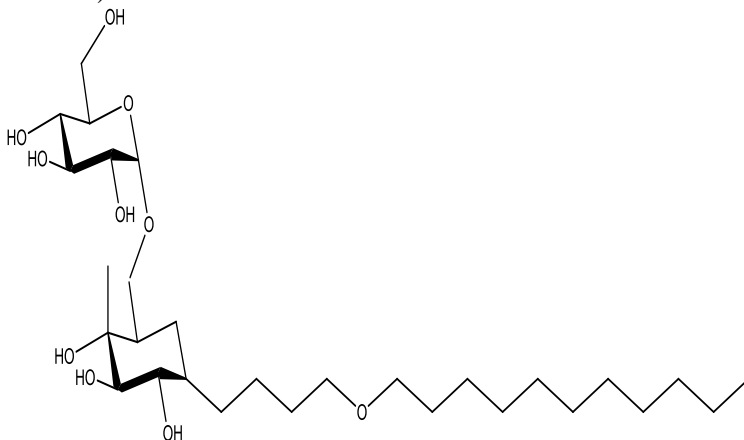
- выступает в роли эмульгатора и диспергатора;
- загущает композиции;
- в шампунях обеспечивает легкий кондиционирующий эффект;
- облегчает укладку волос.
-

Используется и как основное ПАВ, и как со-ПАВ:



$$R = C_8, C_{10}, C_{12}; n = 0-3.$$

**Лаурилглюкозид (INCI: Lauryl Glucoside)** – неионное ПАВ, обладает свойствами, аналогичными кокоглюкозиду. Отличие в индивидуальном лаурил-радикале, в то время как кокоглюкозид имеет молекулы с радикалами жирнокислотной фракции кокосового масла  $C_{8-18}$  (см. табл. 3).

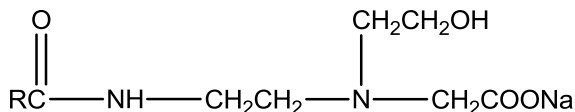


Лаурилглюкозид применяют для создания:

- пеномоющих композиций различного назначения;
- средств для детей;
- средств для интимной гигиены.

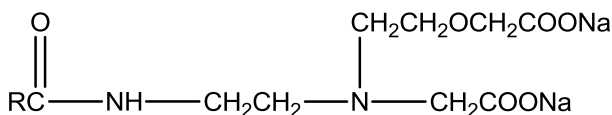
В плане полезности считается, что кокоглюкозид предпочтительнее, поскольку содержит некоторое количество ненасыщенных соединений, оказывающих положительное воздействие на липидный барьер.

**Кокоамфоацетат натрия (INCI: Sodium Cocoamphoacetate):**



R – алкил жирнокислотной фракции кокосового масла

**Кокоамфодиацетат натрия (INCI: Disodium Cocoamphoacetate):**



*R-алкил жирнокислотной фракции кокосового масла*

Амфоацетаты:

- в нераздражающих шампунях для детей и взрослых создают приятные сенсорные ощущения;
- облегчают укладку мокрых и сухих волос и не требуют большого количества кондиционирующих добавок;
- в пенках для ванн быстро образуют обильную и устойчивую пену;
- в жидком мыле и очищающих средствах для кожи действуют как мягкий моющий компонент;
- в средствах для волос повышают эластичность, улучшают структуру поврежденных волос, придают блеск.

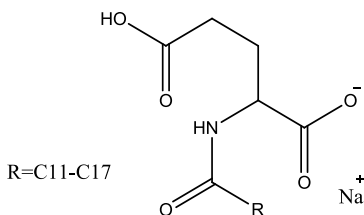
Это поверхностно-активные вещества, полученные на основе жирных кислот кокосового масла. Проявляют синергический эффект с кондиционирующими полимерами. Устойчивы в композициях при широком диапазоне pH – от 2 до 13. Хорошо совместимы со всеми ингредиентами косметических средств.

Основные свойства:

- хорошая пенообразующая способность, не зависящая от степени жесткости воды и изменений pH;
- высокая эффективность моющего действия.

Рекомендуются для применения в сочетании с этоксилированными алкилсульфатами. Усиливают пенообразование, оказывают мягкое очищающее действие в составе шампуней, гелей для душа. В пеномоющих композициях используются как основные ПАВ и как со-ПАВ. Обычно поставляются в виде прозрачных водных растворов с содержанием основного вещества 28 – 32 %.

### Кокоилглутамат натрия (INCI:Sodium Cocoyl Glutamate):



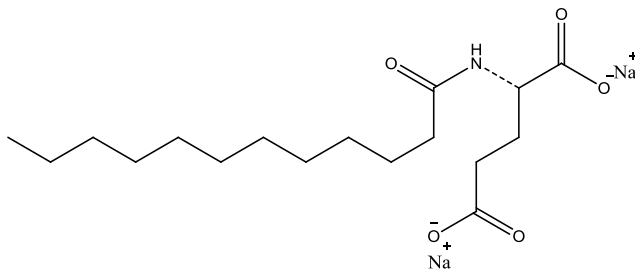
Тонкодисперсный белый порошок без вкуса и запаха.

Кокоилглутамат натрия:

- обладает антиоксидантным действием;
- замедляет окисление липидов кожи и поддерживает ее защитные функции;
- сохраняет целостность липидного слоя кожи;
- поддерживает нормальное значение pH, придает коже мягкость и шелковистость;
- снижает гиперчувствительность кожи;
- обладает легкими бактерицидными свойствами;
- образует на коже гладкую гигроскопичную пленку, которая предотвращает испарение влаги;
- препятствует пересыханию кожи за счет содержания глутаминовой кислоты;
- используется в широком ассортименте косметических средств (пенка для умывания для чувствительной кожи, средства для

снятия макияжа, очищающий лосьон для сухой и зрелой кожи, детский шампунь, пена для ванны, шампуни для сухих, поврежденных, окрашенных волос, кондиционер для волос, влажные салфетки, косметика для бритья, средства для депиляции, зубная паста).

### Лаурилглютамат натрия (INCI: Sodium Lauryl Glutamate):



Анионные ПАВ – производные глутаминовой кислоты. Так же, как и рассмотренные ранее ПАВ, могут иметь лаурил-радикал и комплексный кокоил-радикал, т. е. представляют смесь ПАВ с радикалами жирных кислот кокосового масла. В косметологии используются в качестве пенообразователей, мягких моющих средств, эмульгаторов.

Лаурилглютамат натрия:

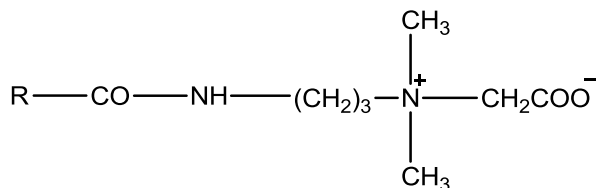
- используется в средствах для умывания, в шампунях;
- создает ощущение мягкости, увлажненности кожи;
- обладает кондиционирующим эффектом;
- обладает легкими бактерицидными свойствами;
- образует на коже гладкую гигроскопичную пленку, которая предотвращает испарение влаги;
- препятствует пересыханию кожи благодаря содержанию глутаминовой кислоты.

Кокоилглютамат натрия часто встречается в рецептурах так называемой *органической косметики*. Термин для химика-технолога странный. Имеется в виду использование натуральных и экологически чистых ингредиентов, экстрактов растений, выращенных без применения гербицидов, и т. д. Эти ПАВ имеют в 100 раз меньший потенциал раздражения, чем лаурилсульфат натрия (SLS). Более того, исследователи заметили, что при сочетании этих поверхностно- активных ве-

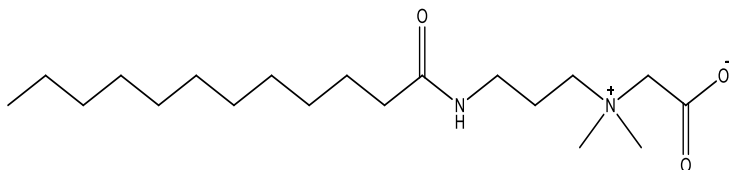


ществ раздражающая активность SLS значительно снижается при сохранении очень высоких пенных и очищающих свойств. Поэтому многие производители косметики вводят в свои продукты оба ингредиента одновременно – и SLS, и кокоилглутамат натрия. При этом пена получается более сильной и стойкой, а негативные последствия от активности SLS минимизируются. В средствах для ухода за волосами, например, SLS интенсивно очищает от жира и грязи, а кокоилглутамат натрия при этом не позволяет разрыхляться кератиновым чешуйкам волоса и поддерживает увлажненность волос. В Японии и Корее, где очень распространены сухие шампуни, это ПАВ обязательно входит в их состав как увлажняющий компонент.

**Кокаמידопропилбетаин (INCI: Cocamidopropylbetain):**



Это цвиттерионное ПАВ, широко использующееся в качестве со-ПАВ. При использовании узкой лауриновой фракции кокосового масла получается лауриламидопропилбетаин, обладающий аналогичным комплексом свойств:



К преимуществам кокаמידопропилбетаина можно отнести высокую физическую стабильность: шампуни с ним можно хранить при температуре до  $-10^\circ\text{C}$  без опасения, что составляющие вещества выпадут в осадок. Может использоваться для специального увлажнения кожи и ее защиты от агрессивных сред. По внешнему виду представляет собой прозрачную или слегка мутную жидкость светло-желтого цвета со слабым характерным запахом. Содержание основного вещества 46–48 %, хлорида натрия – 6–7 %. Его pH составляет 4,5–5,5. Его

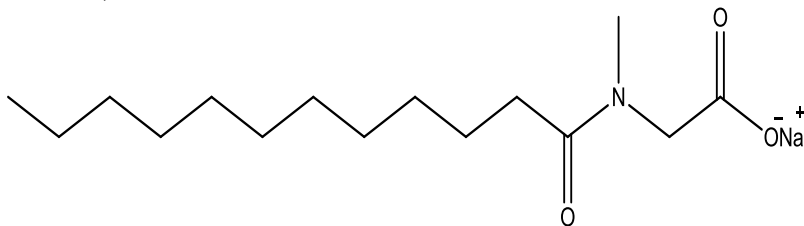
комбинация с анионными ПАВ приводит к значительному улучшению дерматологических качеств конечного изделия.

Кокамидопропилбетаин:

- используется в косметике в качестве эмульгатора, загустителя, антистатика в кондиционерах для волос;
- применяется в качестве активной добавки в жидкие, пастообразные моющие и чистящие средства;
- проявляет антисептические свойства;
- стабилизирует пену и уплотняет ее;
- увеличивает вязкость пеномоющей композиции;
- уменьшает раздражающее действие алкилсульфатов;
- имеет хорошие очищающие свойства;
- нетоксичен.

Совместим с другими катионными, анионными и неионогенными ПАВ.

**Лаурилсаркозинат натрия (INCI: Sodium Lauryl Sarcosinate):**



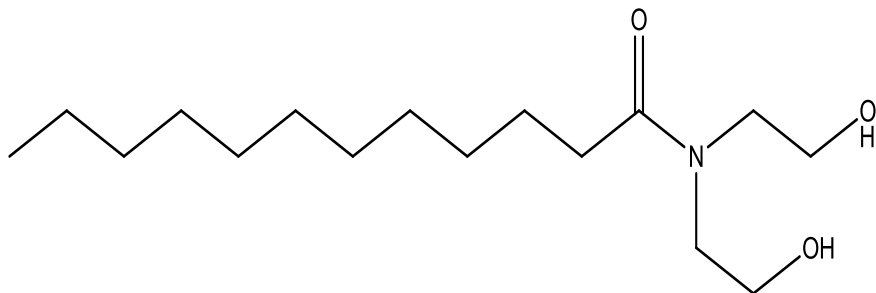
Лаурилсаркозинат натрия:

- используется в качестве пенообразователя, кондиционера;
- получаемое очищающее средство безопасно для кожи, в то же время эффективно удаляет кожный жир, грязь и бактерии;
- не обладает раздражающим и сенсибилизирующим действием;
- может усиливать впитывание других ингредиентов через кожу.

Это анионное, дерматологически мягкое ПАВ. Молярная масса 293 г/моль. При нормальных условиях представляет собой прозрачную жидкость без запаха, горьковатую на вкус. Содержит 30 % основного вещества. Получают из саркозина – натуральной аминокислоты, содержащейся в овощах и фруктах. Хорошо растворяется в воде, мине-

ральных маслах, кремнийорганических жидкостях. Растворы устойчивы в присутствии солей кальция и магния.

**Диэтаноламиды жирных кислот кокосового масла (INCI: Cocamide DEA)** представляют собой смесь диэтаноламидов жирнокислотной фракции кокосового масла C<sub>8-18</sub>. Получается в результате реакции жирных кислот с диэтаноламином. Здесь представлен диэтаноламид лауриновой кислоты:



Широко используемое со-ПАВ в пеномоющих композициях. Жидкость янтарного цвета. Неионогенное ПАВ.

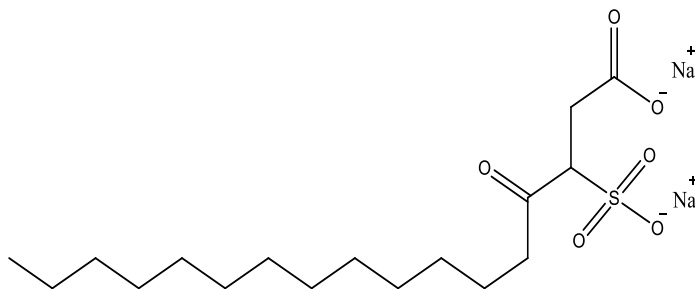
Диэтаноламиды жирных кислот кокосового масла:

—используются как загустители и пеномодификаторы для производства косметических моющих средств (шампуней для волос; пены для ванн, жидкого мыла);

—обладают эмульгирующими свойствами и закрепляют запахи.

Особых полезных функций у них не отмечено, однако как технологическая добавка, способствующая получению необходимой консистенции пеномоющих композиций, применяются повсеместно как в элитных средствах, так и в категории масс-маркет.

**Сульфосукцинат натрия (INCI: Sodium Lauryl Sulfosuccinate).** Мягкие анионные ПАВ, натриевые и динатриевые соли моноэфиров сульфоянтарной кислоты. В данном случае представлена молекула лаурилсульфосукцината натрия:



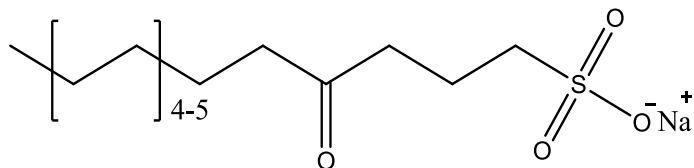
Сульфосукцинат натрия:

- хороший пенообразователь в воде любой жесткости;
- абсолютно нетоксичен даже в больших концентрациях;
- используется в различных пеномоющих средствах: детских пеномоющих средствах, средствах для интимной гигиены, шампунях, гелях для душа и жидких пенах для ванн, средствах для мытья рук, моющих средствах для посуды, жидких моющих средствах (жидкое мыло и гели для стирки);

–способен значительно понижать раздражающее действие ПАВ с сульфатной и сульфонатной группами.

Структурно сульфосукциаты представляют собой гораздо более крупную молекулу, чем другие ПАВ, поэтому они практически не могут проникать в кожу. По своим свойствам являются абсолютно нетоксичными даже в больших концентрациях. По мягкости действия на кожу, радужную оболочку и конъюнктиву сульфосукциаты – одни из лучших ПАВ.

**Коколизетионат натрия (INCI: Sodium Cocoyl Isethionate):**

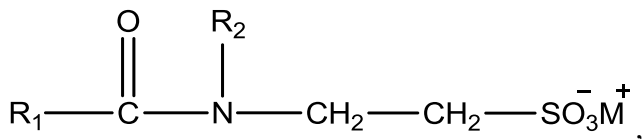


Анионактивное мягкое ПАВ, белое порошкообразное вещество.

Коколизетионат натрия:

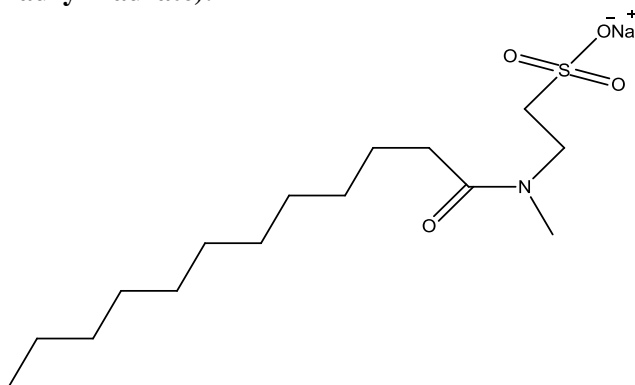
- применяется для улучшения структуры пены;
- характеризуется высокой устойчивостью к жесткой воде;
- входит в состав пеномоющих композиций, очищающих лосьонов и жидкого мыла.

**Таураты** – мягкие анионные ПАВ общей формулы



где  $R_1$  – кокоил, лаурил-радикал;  $R_2$  – метил-радикал.

Чаще встречается **метиллаурил таурат натрия (INCI: Sodium Methyllauryl Taurate):**



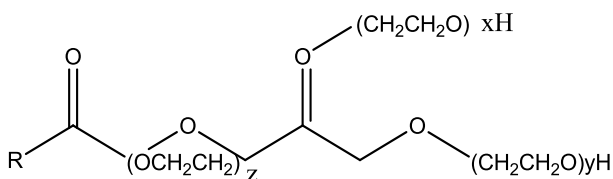
Анионное ПАВ. Характеризуется высокой моющей и пенообразующей способностью.

Метиллаурил таурат натрия:

– используется как со-ПАВ при производстве: средств для снятия макияжа, гелей для душа и ванны, шампуней для всех типов волос, особенно шампуней против перхоти, зубных паст, детских моющих средств;

– может применяться как смачивающий и диспергирующий компонент.

**ПЭГ-7 глицерил кокоат (INCI: PEG-7 Glyceryl Cocoate):**



Мягкое, неионное ПАВ, эфир глицерина с полиэтиленгликолем и жирными кислотами кокосового масла. По внешнему виду представляет собой прозрачную жидкость со средней вязкостью. Используется в качестве со-ПАВ. Является альтернативой жирным этоксилированным спиртам.

ПЭГ-7 глицерил кокоат:

– используется для производства детских шампуней, гелей для душа и т.д.;

– обладает высокой моющей способностью;

– значительно снижает раздражающее действие анионных ПАВ, в том числе лаурилсульфатоксилата натрия;

– обладает пенорегулирующими свойствами;

– безопасен для окружающей среды;

– классический пережириватель.

В заключение следует отметить, в данном разделе приведены наиболее часто используемые ПАВ и со-ПАВ, но в рецептурах их ассортимент существенно шире. Это определяется в основном природой углеводородных радикалов и полярных групп, которые можно варьировать. При оформлении патентов производители стараются охватить все возможные вариации.

### 3.1.3. Витамины

Наряду с ПАВ современные пеномоющие средства обычно содержат определенный набор вспомогательных, кондиционирующих компонентов, которые обеспечивают необходимую рецептурную форму и товарный вид, а также потребительские свойства, включая специфические для данного вида средства.

К вспомогательным компонентам пеномоющих композиций относятся:

- загустители;
- консерванты;
- регуляторы pH;
- отдушки;
- растворители;
- гидротропы;

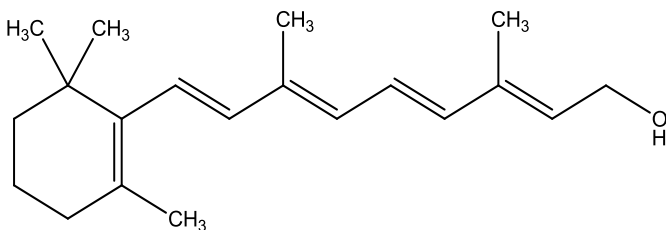
- пережиривающие добавки;
- антиоксиданты;
- комплексообразователи;
- «перламутровые» добавки;
- красители;
- пигменты;
- антистатики (для шампуней).

*Действующим началом большинства БАВ* являются эфирные масла, сапонины, соединения терпенового ряда, гликозиды, витамины, дубильные вещества, каротиноиды, ферменты, микроэлементы и т.д.

Остановимся более подробно на витаминах как биологически активных добавках для композиций пеномоющего назначения.

Витамины участвуют во всех важнейших биохимических и физиологических процессах, составляющих обмен веществ в организме. Поэтому они часто используются в составе косметических средств. В данном разделе рассмотрим не только пеномоющие композиции, но и в целом витамины как косметические ингредиенты, поскольку они широко применяются в очищающих средствах, рассматриваемых далее.

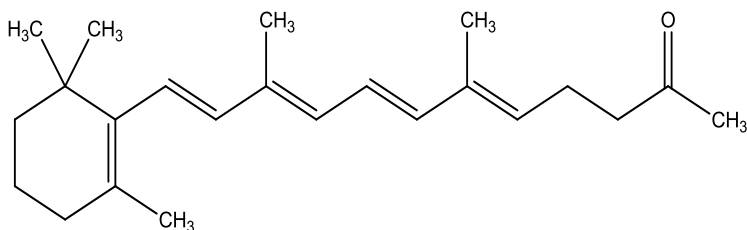
### **Витамин А (ретинол, INCI: Retinol):**



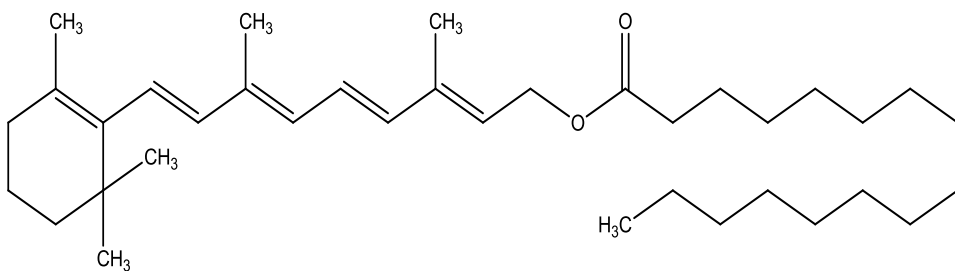
Витамин А (ретинол) необходим для нормального развития кожи и волос. В композициях часто используют его в виде эфиров – ацетата и пальмитата, которые более устойчивы к различным воздействиям.



Рис. 77. Продукты, в которых содержится витамин А



*a*



*б*

Структурные формулы: *a* – ретинола ацетата; *б* – ретинола пальмитата

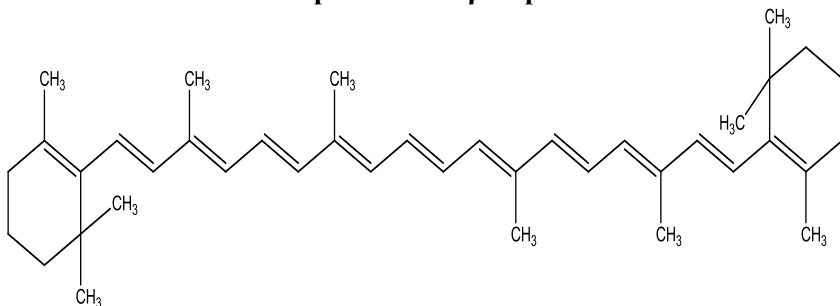
Витамин А — жирорастворимый витамин, антиоксидант. Обладает малой молекулярной массой, поэтому может глубоко проникать в кожу и воздействовать на ее нижние слои.



Витамин А в составе косметических композиций:

- модулирует коллагеновый синтез;
- под его влиянием создается толстый эпидермис, покрытый лучше сформированным кератиновым слоем;
- дефицит витамина А может вызвать закупорку сальных желез
- волосы становятся хрупкими и тусклыми;
- обладает свойствами УФ-фильтра, солнцезащитными свойствами;
- усваивается через кожу, помогая ей оставаться мягкой, улучшает барьерные свойства кожи.

### Провитамин β-каротин:

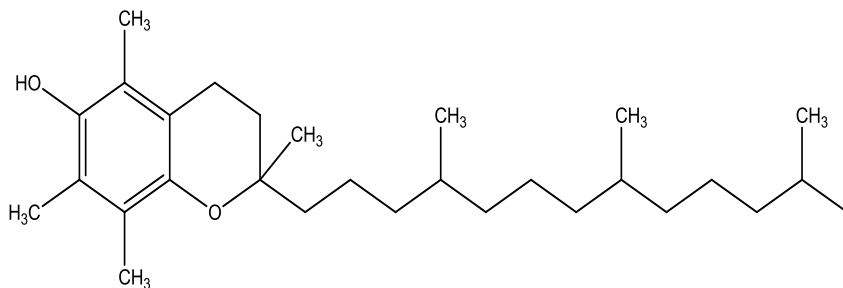


Биохимические предшественники витаминов называются провитаминами. Провитамин β-каротин, предшественник витамина А, защищает липиды мембран от пероксидного окисления:

Провитамин β-каротин в составе косметических композиций:

- смягчает, увлажняет и защищает кожу от ежедневных стрессовых факторов, таких как солнце и загрязнения;
- стимулирует восстановление естественных процессов регенерации клеток эпидермиса и дермы;
- снижает воспаление – каротин отлично снимает раздражение при акне, розацеа, куперозе;
- борется с морщинами и симптомами старения: способствует предотвращению появления морщинок и складок, а также восстановлению сияющего золотистого оттенка кожи.

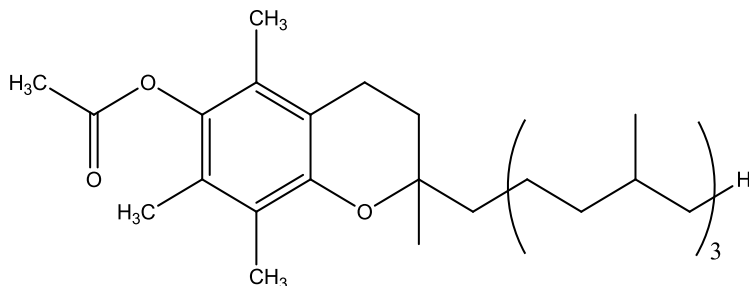
**Витамин Е (токоферол, INCI: Tocopherol):**



*Рис. 78. Продукты, в которых содержится витамин Е*

Название витамина Е – токоферол – переводится с латыни как «способствующий рождению». Наибольшей биологической активностью обладает  $\alpha$ -форма. Главная функция в косметических композициях – природное увлажнение. В форме эфиров обладает противовоспалительными и антиоксидантными свойствами, защищает клетки от патологического перекисного окисления, которое приводит к их старению и гибели. Обеспечивает защиту ДНК. Вместе с витаминами группы С увеличивает срок действия косметических продуктов. Витамин Е поглощается непосредственно наружным слоем волос.

**Ацетат токоферола (INCI: Tocopherol Acetat):**



Играет важную роль в защите волос от перегрева, пересушки и выпадения. В природе содержится в растительных маслах. Усиливает способность рогового слоя поддерживать естественную влажность. Ускоряет заживление ран.

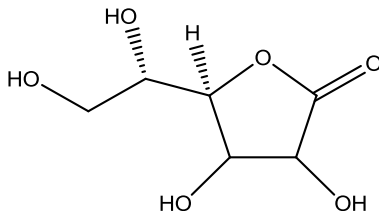
Витамин Е относится к жирорастворимым витаминам. Необходим всем тканям организма, защищает клетки крови – эритроциты, улучшая транспорт кислорода к тканям.

Витамин Е в составе косметических композиций:

- улучшает питание кожи и слизистых оболочек, благодаря чему препятствует сухости кожи;
- уменьшает глубину морщин, стимулирует синтез коллагена, предотвращает старческую пигментацию, замедляет проявление возрастной дряблости кожи (его называют витамином молодости);
- при дефиците витамина Е кожа теряет свою эластичность;
- помогает укреплять стенки капилляров, благодаря чему избавляет от куперозных сеточек, уменьшает выраженность синяков под глазами;
- стимулирует питание волосных луковиц;
- предотвращает расслоение ногтей.

Обычно концентрация витамина Е в косметике составляет от 0,01 до 0,2 % мас., но в активных антивозрастных сыворотках или масках может достигать 1,5 % мас.

**Витамин С (аскорбиновая кислота INCI: Ascorbic acid):**



Витамин С обладает универсальной антиокислительной активностью, противодействует образованию свободных радикалов (рис. 79). Это главный антиоксидант водной фазы, способствует регенерации витамина Е, поэтому часто они используются совместно. Витамин С нестабилен, поэтому также часто используется в форме аскорбилфосфата и аскорбилпальмитата.



*Рис. 79. Продукты, в которых содержится витамин С*

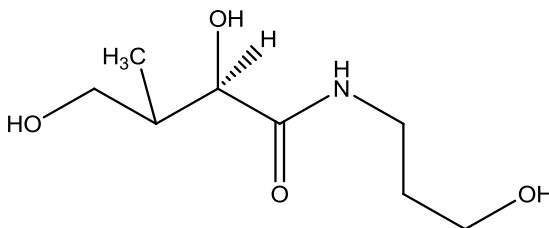
В средствах для волос витамин С используется реже, чем другие.

Витамин С в составе косметических композиций:

- незаменим при чувствительной кожи головы и при сухих волосах;
- уменьшает воспаление и способствует увлажнению кожи головы;
- в солнцезащитных средствах, в том числе и для волос, защищает элементы кератина от УФ-излучения.

Рассмотрим витамины группы В.

**D-пантенол (провитамин В<sub>5</sub>, INCI: D-panthenol).** Для волос чаще других употребляется D-пантенол, или провитамин В<sub>5</sub> :



*Рис. 80. Продукты, в которых содержится D-пантенол*

При местном нанесении пантенол превращается в пантотеновую кислоту В<sub>5</sub>, входящую в состав кофермента А, который играет важную роль в процессах окисления. Обладает высоким сродством к волосяному стержню (субстантивностью). Оказывает кондиционирующее действие. Удерживает влагу, предотвращает хрупкость. Пантенол остается на стержне волос после ополаскивания, снимает ощущение сухости, может утолщать волосы до 10 %. При этом не осыпается и не образует тяжелой пленки, захватывающей пыль. Пористые поврежденные волосы (после окраски и химической завивки) гораздо лучше впитывают пантенол, чем здоровые, поэтому этот витамин особенно эффективен при поврежденных волосах. В случае повторного использования эффективность возрастает за счет кумулятивного эффекта. Волосы становятся ухоженными, гладкими, легкими.

Д-пантенол в составе косметических композиций:

- благодаря высокой проникающей способности при нанесении на кожу стимулирует регенерацию эпидермиса;

- нормализует клеточный метаболизм и увеличивает прочность коллагеновых волокон;

- обладает хорошей увлажняющей способностью, усиливает гидратацию рогового слоя, уменьшает трансэпидермальную потерю воды;

- оказывает заживляющее, увлажняющее (проникает глубоко в кожу и связывает воду), смягчающее и разглаживающее действие;

- придает коже эластичность, успокаивает, снимает раздражение и воспаление;

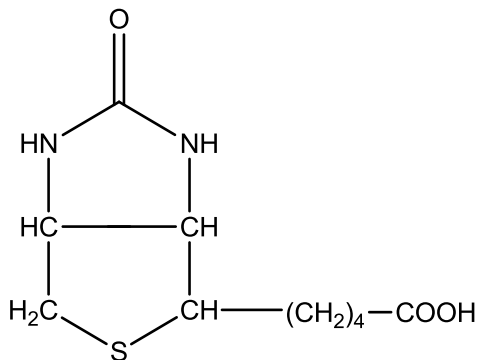
- способствует регенерации и заживлению ран и порезов;

- участвует в нормализации клеточного метаболизма.

Процент ввода в косметические композиции составляет

1 – 5 % мас., в некоторых случаях – 0,5 % мас.

### Биотин (витамин Н):



Витамин Н в составе косметических композиций:

- участвует в жировом обмене кожи;

- при его дефиците возможно развитие себореи, выпадение волос, появление ранней седины;

- биотин стимулирует образование новых здоровых клеток в волосяных луковицах, так как способствует их делению;

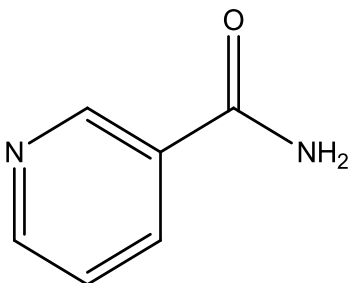
- помогает предотвратить ломкость и расслоение тонких ногтей.

Витамин Н играет важную роль в формировании и жизнедеятельности кожи и волос. Используется в средствах для укрепления волос, уменьшает разлетаемость волос и количество секущихся концов.



*Рис. 81. Продукты, в которых содержится витамин Н*

**Витамин В<sub>3</sub> (никотинамид):**





*Рис. 82. Продукты, в которых содержится витамин B<sub>3</sub>*

Никотинамид (рис. 82) входит в число компонентов препаратов anti-age. Является мощным регулятором клеточного метаболизма, т. е. ингредиентом, улучшающим взаимодействие клеточных органелл, что весьма полезно для стареющей кожи. При использовании в составе средств по уходу за кожей витамин B<sub>3</sub> улучшает внешний вид сухой или поврежденной кожи, уменьшая шелушение, а также восстанавливая ее однородность, целостность. Этот компонент полезен и для волос – способствует улучшению внешнего вида волос и сглаживанию их кутикул, придает им гибкость и блеск.

Витамин B<sub>3</sub> в составе косметических композиций:

- оказывает влияние на синтез церамидов, кератина и коллагена;
- улучшает барьерную функцию кожи, снижает трансэпидермальную потерю воды, стимулирует микроциркуляцию в дерме;
- как антиоксидант защищает кожу от воздействия солнца, а ДНК клеток – от повреждения ультрафиолетом;
- никотинамид в состоянии исправить неровный тон кожи и смягчить шрамы после акне и красные следы после повреждений (известные как поствоспалительные гиперпигментации);
- улучшает текстуру волос, которые были повреждены физическими факторами (жесткая расческа, тепло фена) или вследствие химической обработки (выпрямление и завивка).



### 3.1.4. Экстракты

К современным тенденциям создания пеномоющих препаратов относится введение в их состав *биологически активных веществ (БАВ)*, улучшающих состояние волос, укрепляющих и стимулирующих их рост, оказывающих защитный, регенерирующий, тонизирующий и антисеборейный эффект. Для данных целей широкое применение нашли БАВ растительного происхождения в виде настоек, экстрактов, эссенций и масел.

К числу биологически активных добавок относятся многие извлечения из растений (экстракты), давно известных в народной медицине: тимьяна, шалфея, душицы, розмарина, женьшеня, перечной мяты. Ассортимент их широк. В качестве экстрагентов используются масла, этиловый спирт, пропиленгликоль, CO<sub>2</sub>, спиртоводные системы. Приведем свойства некоторых часто применяемых экстрактов.

**Экстракт тимьяна обыкновенного.** Тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris*) представляет собой маленький полукустарник высотой 10–50 см с четырехгранным, сильно ветвящимся стеблем и яйцевидной формы листьями длиной 4–10 см (снизу слегка опушенные, сверху голые). Цветки небольшого размера, розоватого, иногда белого цвета. Плод – четыре орешка красного или коричневого цвета (рис. 83).

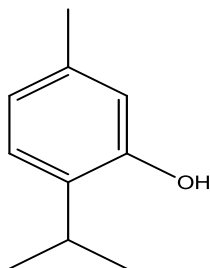


Рис. 83. Тимьян обыкновенный *Thymus vulgaris*

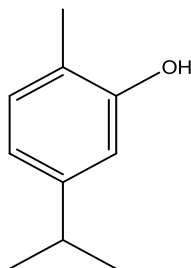
Тимьян обыкновенный содержит:

– до 0,1—0,6 % эфирного масла, в котором присутствуют тимол, борнеол, карвакрол и другие соединения;

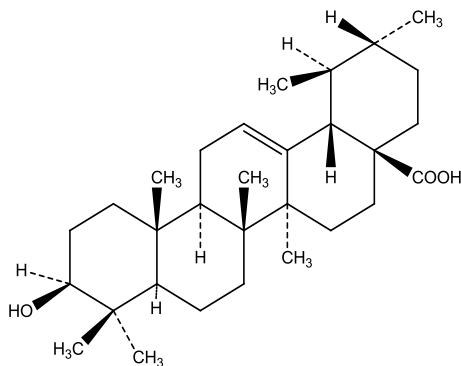
- дубильные вещества;
- органические кислоты, такие как яблочная, уксусная и ома-  
ноловая;
- тритерпеноиды, такие как урсоловая и олеаноловая кислоты;
- флавоноиды;
- смолы.



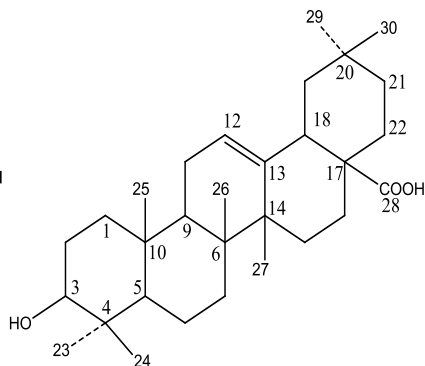
*тимол*



*карвакрол*



*урсоловая кислота*



*олеаноловая кислота*

Также обнаружены витамины группы В, С, макро- и микро-элементы: хром, железо, кремний, селен, марганец, магний, калий, кальций. Применение экстракта тимьяна в рецептурах косметических средств обусловлено его богатым химическим составом. Он рекомендован для введения в шампуни и пены для ванн, лосьоны, кремы для нормальной и проблемной жирной кожи.

Экстракт тимьяна в составе косметических композиций:

- обладает тонизирующими и противомикробными свойствами;
- стимулирует рост волос и препятствует их выпадению;
- восстанавливает структуру ногтей;
- укрепляет поврежденные и ослабленные волосы;
- обеспечивает борьбу с акне.

**Экстракт женьшеня.** Женьшень обыкновенный (*Panax ginseng*) – дикорастущее и культивируемое многолетнее травянистое растение семейства аралиевых. Стебель одиночный высотой до 60 см, листья растения пятипальчатые на длинных черешках, располагаются розеткой на верхушке стебля, корень женьшеня серовато-желтого цвета до 3 см в диаметре (рис. 84).



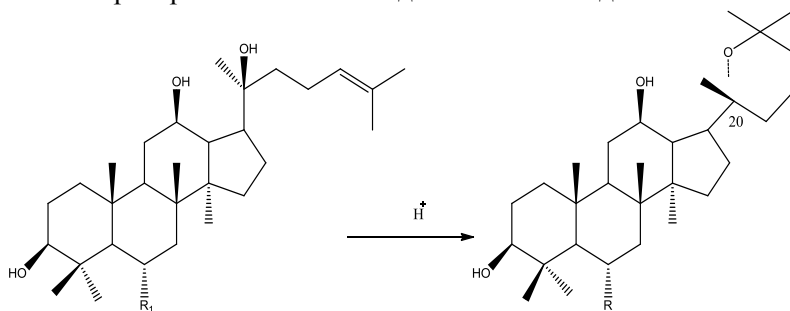
Рис. 84. Женьшень обыкновенный *Panax ginseng*

В лечебных целях применяется именно корень женьшеня, так называемый корень жизни. Отечественные химики-органики под руководством академика Г. Б. Елякова первыми выделили 6 гликозидов женьшеня. Основываясь на свойствах агликона (части гликозида, лишенной углеводного радикала), они назвали гликозиды группы протопанаксатриола *панаксозидами* А, В и С. Есть еще одна группа гликозидов женьшеня, агликоном в которой служит олеаноловая кислота.

Экстракт корня женьшеня в составе косметических композиций:

- питает и увлажняет кожу;
- препятствует обезвоживанию кожи;

- стимулирует обновление клеток кожи;
  - обладает регенерирующими свойствами;
  - разглаживает морщины и препятствует появлению новых;
  - повышает тонус кожи и стимулирует микроциркуляцию крови;
  - стимулирует синтез коллагена;
  - нормализует обменные процессы;
  - стимулирует рост волос и препятствует их выпадению.
- Женьшень обыкновенный содержит:
- смесь тритерпеновых гликозидов – панаксозидов:



*Панаксозиды корня женьшеня*

- витамины группы С и В, пантотеновую, никотиновую, фолиевую кислоты;
- пектиновые вещества;
- крахмал;
- макро- и микроэлементы (железо, фосфор, серу и др).

К веществам, обладающим *успокаивающим действием*, относят экстракты морских водорослей, луговой ромашки, валерианы, хмеля, пустырника, мяты.

**Экстракт морских водорослей.** Водоросли (Algae) — гетерогенная экологическая группа одноклеточных, колониальных или многоклеточных организмов, обитающих, как правило, в водной среде. Внешне морские водоросли напоминают наземные недревесные растения (рис. 85). Этот термин объединяет некоторые члены красных, бурых и зеленых водорослей.

Морские водоросли состоят из тела водоросли (*слоевница*), в которое входят плоские структуры, похожие на листья (*пластинки*);

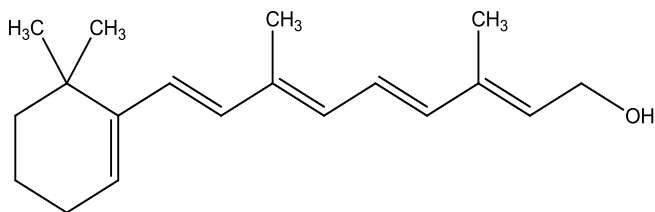
стеблеподобные структуры (*стволик*); специальные базальные структуры для прикрепления к поверхности (*захват*) и пальцеподобные расширения захвата для прикрепления к донным отложениям (*прицепка*).



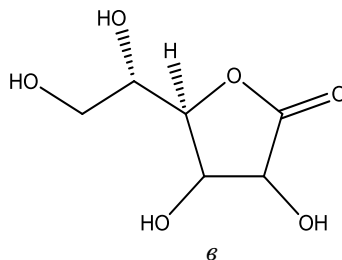
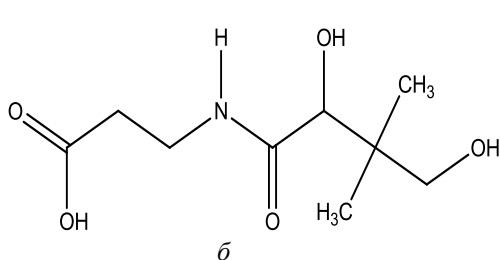
Рис. 85. Морские водоросли (Algae)

Морские водоросли, применяемые в косметике, имеют схожий и богатый химический состав:

- минералы (кальций, калий, натрий, магний, сера, хлор);
- микроэлементы (йод, никель, железо, алюминий, кремний, цинк, фтор, медь, марганец, кобальт);
- витамины (A, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub> (PP), D, B<sub>5</sub>, C, E).



*a*



Некоторые витамины, входящие в состав морских водорослей:  
 а – витамин А (ретинол); б – витамин В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота);  
 в – витамин С (аскорбиновая кислота)

В составе морских водорослей присутствуют белки, концентрация которых варьируется в зависимости от конкретного вида. Углеводы составляют около 60 % от массы сухого вещества. Морские водоросли содержат небольшое количество жиров (1–2 % от массы сухого вещества).

Экстракт морских водорослей в составе косметических композиций:

- эффективно питает и увлажняет кожу и волосы;
- улучшает микроциркуляцию и обменные процессы в коже;
- обладает выраженным противовоспалительным и антиаллергическим эффектом;
- насыщает кожу кислородом;
- способствует регенерации тканей;
- стимулирует синтез коллагена и замедляет процессы старения;
- разглаживает и подтягивает кожу.

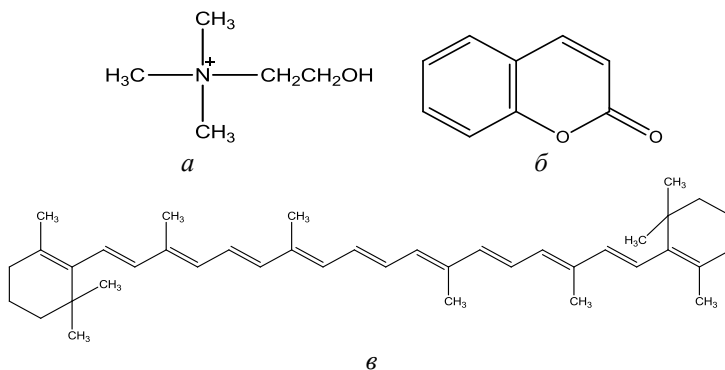
Рассмотрим экстракты, обладающие *противовоспалительным, ранозаживляющим и слабым бактерицидным действием*. К таким экстрактам относятся экстракты ромашки, календулы, зверобоя, гвоздики, тысячелистника, подорожника, лаванды, алоэ.

**Экстракт ромашки.** Ромашка (*Matricaria*) – род многолетних цветковых растений семейства астровых. Это невысокие травянистые растения с просто- или дваждыперисторассеченными листьями, состоящими из многочисленных тонких долей (рис. 86). Для лечебных и косметических целей используются соцветия ромашки аптечной.



Рис. 86. Ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*)

Состав экстракта ромашки представлен следующими соединениями: эфирные масла, смолы, кумарины, каротиноиды, флавоноиды, гликозиды, фитостерин, органические кислоты, холин, витамины В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, каротин.



Структурные формулы компонентов ромашки аптечной: *a* – холин;

*б* – кумарин; *в* – β-каротин

Экстракт ромашки в составе косметических композиций:

- бережно ухаживает за кожей головы и волосами;
- смягчает волосы и придает им здоровый блеск;
- стимулирует регенерацию кожи;
- увлажняет и питает кожу;
- успокаивает и восстанавливает кожу;
- омолаживает и придает коже свежесть;
- нормализует обменные процессы и работу сальных желез;
- снимает напряжение и улучшает микроциркуляцию крови;

- отбеливает кожу и борется с пигментацией;
- лечит угревую сыпь и акне.

**Экстракт алоэ.** Алоэ вера (*Aloe vera*) – суккулентное травянистое растение с коротким стеблем, листья пестрые с колючками по краям (рис. 87). Под внешне тонкой кожицей листьев содержится большой объем геля.



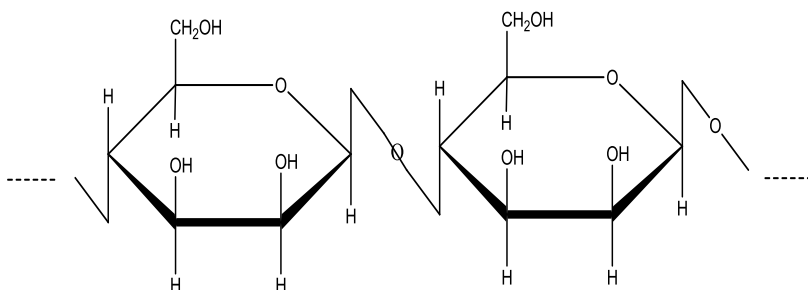
Рис. 87. Алоэ вера *Aloe vera*

Экстракт алоэ в составе косметических композиций:

- увлажняет и питает кожу и волосы;
- восстанавливает и защищает;
- замедляет процесс старения и омолаживает;
- дезодорирует и нормализует обменные процессы.

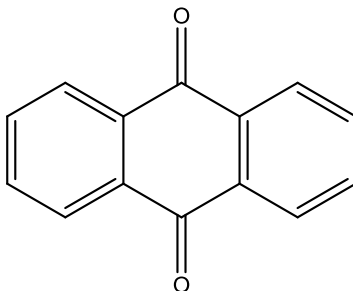
Активные компоненты:

- полисахариды – маннан (ацеманнан):





- фенольные соединения – антрахинон:



- витамины: А, С, Е, группы В;
- аминокислоты;
- липиды (жирные полиненасыщенные кислоты);
- минеральные вещества (кальций, калий, цинк, селен, железо, медь, марганец, фосфор и т. д.).

Рассмотрим экстракты, оказывающие антисеборейный эффект. К таким экстрактам относятся: крапива, хна, репейник, чабрец. Поэтому их вводят в шампуни против перхоти.

**Экстракт крапивы.** Крапива двудомная (*Urtica dioica*) – многолетнее дикорастущее травянистое растение высотой до 170 см с ползучим ветвистым корневищем. Листья черешковые, верхняя и нижняя части которых покрыты жгучими волосками (рис. 88). Для получения экстракта используют листья растения. Состав экстракта крапивы в общем можно охарактеризовать как белково-витаминно-углеводный комплекс.



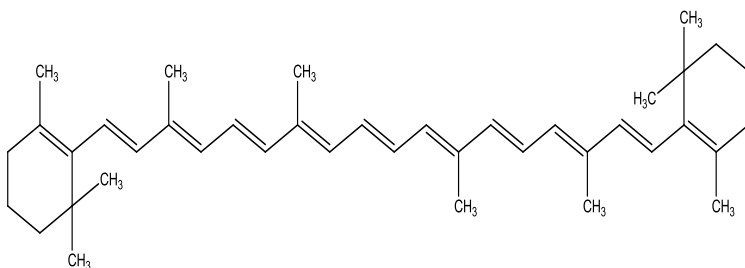
Рис. 88. Крапива двудомная *Urtica dioica*

Экстракт крапивы в составе косметических композиций:

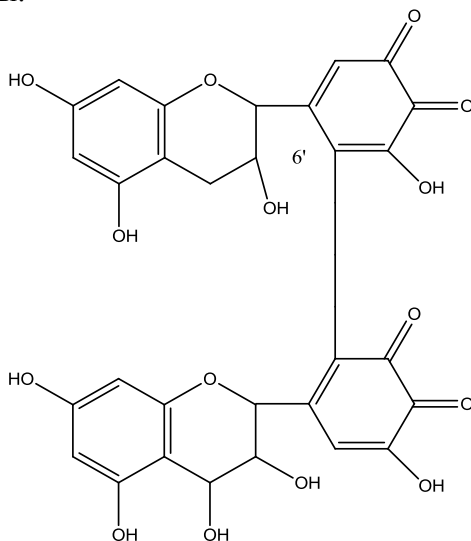
- стимулирует кровообращение в коже головы;
- устраняет повышенную жирность волос и шелушение кожи головы;
- помогает избавиться от перхоти;
- обладает противовоспалительным действием;
- восстанавливает и укрепляет поврежденные волосы;
- избавляет от акне.

В состав экстракта крапивы входят:

- флавоноиды;
- $\beta$ -каротин:



- дубильные вещества;
- танины:



- фитонциды;
- хлорофилл;
- лецитин;
- органические кислоты (аскорбиновая, муравьиная и др.);
- витамины (А, В, Е, К и т.д.);
- микроэлементы (железо, магний, медь, кальций и др).

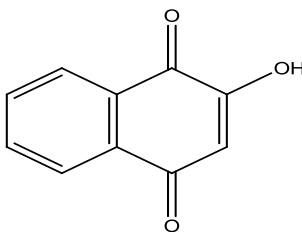
**Экстракт хны.** Хна – краска из высушенных листьев *лавсонии неколючей* (*Lawsonia inermis*), представляющей собой кустарник высотой до 2 м, который растет в зонах жаркого и сухого климата (рис. 89).



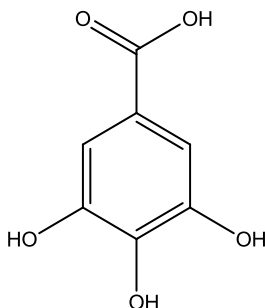
Рис. 89. Лавсония неколючая (*Lawsonia inermis*)

В состав экстракта хны входят:

- красящие вещества, такие как зеленый хлорофилл и желто-красный лавсон:



- хеннотаниновая кислота;
- полисахариды;
- смолистые и жирные вещества;
- органические кислоты, например галловая:



- витамины С и К;
- эфирные масла в небольших количествах.

Экстракт хны в составе косметических композиций:

- увлажняет и питает волосы и кожу;
- устраняет перхоть;
- восстанавливает кератиновый слой волос;
- придает эластичность и объем волосам;
- устраняет зуд и раздражение кожи головы;
- нормализует водно-липидный баланс;
- стимулирует рост волос;
- очищает кожу лица, удаляет мертвые кожные чешуйки;
- удаляет избыток кожного сала.

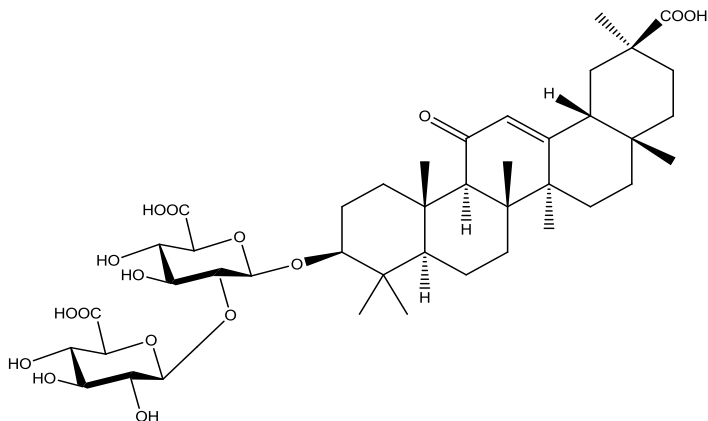
**Экстракт солодки.** Солодка (*Glycyrrhiza*) – многолетняя трава с утолщенным ползущим корневищем с непарноперистыми листьями, лиловатыми цветами (рис. 90). Для лечебных и косметических целей используется экстракт из корня солодки.



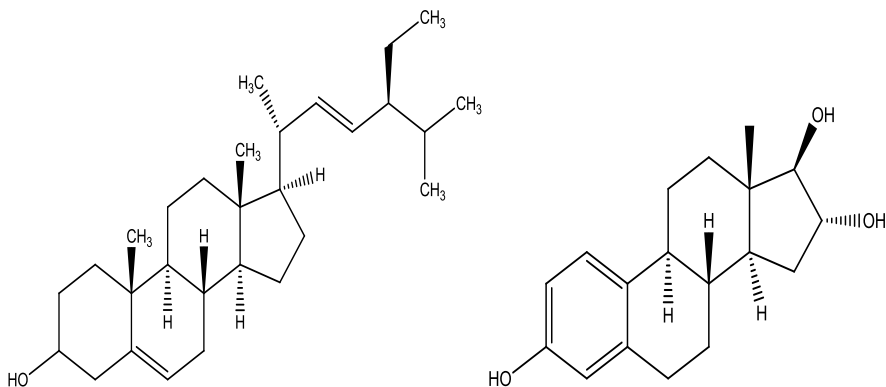
Рис. 90. Солодка (*Glycyrrhiza*)

В состав экстракта корня солодки входят:

— сапонины, главный из которых глициризиновая кислота:



- флавоноиды;
- стероиды (ситостерин, эстриол);
- эфирные масла;
- производные кумарина и коричной кислоты;
- аминокислоты и их производные;
- крахмал.



*a*

*б*

Структурные формулы: *a* – ситостерин; *б* – эстриол

Экстракт корня солодки в составе косметических композиций:

- является активатором водно-солевого обмена;
- обладает противовоспалительным действием;
- является противомикробным средством;
- имеет антиоксидантные свойства;
- способствует заживлению ран и микротрещин;
- предотвращает появление пигментных пятен;
- обладает отбеливающим эффектом;
- мягко очищает кожу, успокаивает ее.

### 3.1.5. Кондиционирующие добавки

Одним из заметных достижений в химии и технологии косметических средств стало создание многофункциональных универсальных шампуней «2 в 1», которые наряду с моющей субстанцией содержат кондиционирующие добавки. В последние годы с появлением бальзамов и масок для волос востребованность таких пеномоющих средств снизилась. Это связано и с тем, что действие шампуня «2 в 1» было противоречиво по сути – поверхностно-активные вещества смывают часть кондиционера, ослабляя защитный эффект последнего. В итоге это слабый шампунь и не менее слабый кондиционер, так как кондиционер лучше закрепляется на волосах, когда применяется отдельно. Тем не менее традиция вводить кондиционирующие добавки в шампуни сохранилась. Они используются в малых концентрациях и оказывают положительное воздействие на волосы и их внешний вид. В чем же особенность действия кондиционеров для волос?

*Кератин – это фибриллярный белок.*

Кровеносные сосуды, поставляющие необходимые вещества для питания волоса, т. е. обеспечивающие центр деления клеток необходимым «строительным материалом», подходят только к фолликулу. После того как клетка волоса сформировалась и кератинизировалась (покинула фолликул), она больше не получает никакого питания. Это та часть волоса, которую мы видим (надкожная часть), она полностью состоит из кератинизированных, «мертвых» клеток. Основную часть волоса составляют кератиновые волокна (рис. 91). Эти клетки формируют *стержень волоса*, состоящий из трех слоев: мозгового, коркового, кутикулы.

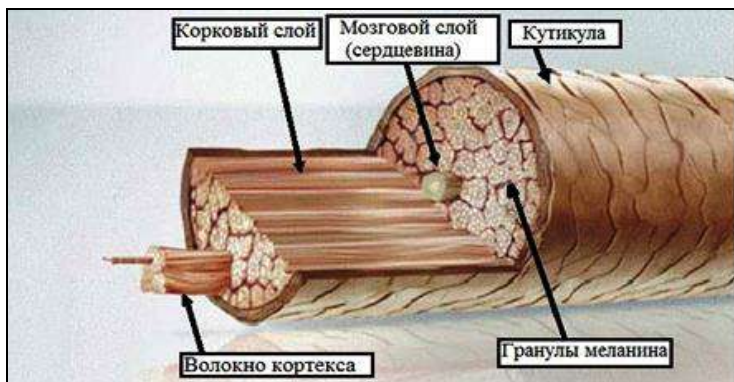


Рис. 91. Строение стержня волоса в разрезе

*Кутикула – это верхний слой волоса, своеобразная «оболочка», которая защищает корковые волокна и удерживает их вместе. Этот слой состоит из 6–10 слоев удлинённых ороговевших пластинообразных клеток, которые, наподобие черепицы, накладываются друг на друга по направлению от корней к концам.*

Края чешуек оболочки на только что сформировавшейся части волоса гладкие и неповрежденные. По мере того как волос отрастает все дальше от кожи, оболочка начинает повреждаться и ломаться (при мытье, расчесывании). Сильнее всего этот процесс протекает после того, как волосы подверглись окрашиванию или химической завивке, чешуйки такого волоса уже повреждены и легко отрываются от стержня. Окрашивание и химическая завивка влияют не только на кутикулу, они напрямую воздействуют на прочность волоса, так как в первом случае разрушаются пигменты, находящиеся в корковом слое волоса, во втором – разрываются дисульфидные связи (рис. 92). Потеря прочности ведет к оголению волокон кортекса и их разрушению. Чаще всего последствиями этого являются сечение волос и их ломкость.

Задача кондиционирующей добавки – «залечить» поврежденный волос. Этот процесс включает в себя формирование пленки на поверхности волоса, заглаживание и склеивание поврежденных чешуек, заполнение пор и разрывов. В первую очередь для этой цели ис-

пользуются полимеры – высокомолекулярные соединения, обладающие пленкообразующими свойствами и адсорбционной способностью на поверхности кератина. Важную роль играет наличие заряда на цепи полимера. Известно, что кератин волос является полиамфолитом, волосы преимущественно заряжены отрицательно. Отрицательный заряд возрастает с увеличением дефектов на поверхности. Катионные полимеры, макромолекулы которых в растворе заряжены положительно, притягиваются к отрицательно заряженным фрагментам кератина в результате действия сил электростатического притяжения, связываются с кератином «по месту» и «залечивают» дефектные поврежденные участки. Несмотря на принципиальную схожесть результата действия, механизм различен для различных полимеров.

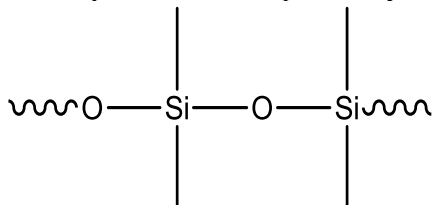
Рассмотрим наиболее часто используемые кондиционеры.



Рис. 92. Нормальный и поврежденный волос



**Силиконы.** Силиконы – это кремнийорганические олигомеры, полимеры, сополимеры, содержащие атомы кремния, кислорода и других элементов в элементарном звене макромолекулы:



Силиконы входят в состав обширной группы кремнийорганических соединений. Химия кремнийорганических соединений представляет собой большой раздел современной науки. Из кремнийорганических соединений наибольшее практическое значение получили соединения, содержащие цепи кремний – кислород (силоксаны). Чем объяснить преимущества кремнийорганических соединений, содержащих силоксановые цепи?

Силоксановая связь отличается высокой термической стойкостью. В зависимости от состава и строения кремнийорганических соединений их термическая стабильность находится в пределах 300–500 °С. Она разрушается только при взаимодействии с фтором, серной кислотой и крепкими щелочами при нагревании. Силоксановая связь отличается исключительно высокой гибкостью. Это обуславливает вращение алкильных заместителей вокруг этой связи и экранирование полярного кислорода. С этим связано низкое межмолекулярное взаимодействие и поверхностное натяжение – от 15 до 22 мН/м. Варьируя длину основной кремнийорганической цепи, боковые группы и перекрестные связи, можно синтезировать силиконы с разными свойствами.

В зависимости от молекулярного веса, степени сшивки, вида и количества органических групп у атомов кремния различают несколько групп силиконов (деление условно):

- силиконовые жидкости (кремнийорганические жидкости, силиконовые масла, олигоорганосилоксаны) – менее 3000 силоксановых звеньев;

- силиконовые эластомеры (кремнийорганические эластомеры, силиконовые воски) – от 3000 до 10000 силоксановых звеньев;

— силиконовые смолы (кремнийорганические полимеры, полиорганосилоксаны) — более 10000 силоксановых звеньев и высокая степень сшивки.

Жидкие силиконы (кремнийорганические жидкости), которые чаще всего используются в кондиционирующих комплексах, могут быть получены с широким диапазоном температур кипения и вязкости. Их вязкость очень мало изменяется в интервале температур от  $-70$  до  $+250$  °С. Вязкость, которая зависит от молекулярной массы, является характеристикой идентификации жидких силиконов. Температура замерзания большинства кремнийорганических жидкостей около  $-70$  °С (иногда  $-130$  °С и ниже). Жидкие силиконы термически стабильны. Они не изменяют цвета и практически не окисляются кислородом воздуха при длительном нагревании до  $200$  °С. Они нетоксичны и химически инертны. Аллергические реакции на них встречаются гораздо реже, чем на другие вещества. В крови человека не обнаружено специфических антител к силикону, отторгаться организмом он не может.

Силиконы в косметике — это один из самых удачных примеров быстрого внедрения достижений науки в жизнь. Стоит отметить, что природа не создала кремнийорганических соединений. Силикон впервые применили в спреях для волос в качестве смазывающего средства для аэрозольных насадок в 50-х годах прошлого века. Ученые, занимающиеся косметикой для волос, обратили внимание на прекрасные кондиционирующие свойства силикона, и с 70-х годов он стал ключевым ингредиентом многих шампуней, бальзамов, муссов и спреев. Особые свойства силиконов как кондиционеров связаны и с их способностью растекаться по поверхности, образуя мономолекулярные слои. Уникальные свойства этих соединений используются практически во всех косметических средствах. Однако мы остановимся преимущественно на их использовании в пеномоющих композициях, другие области их применения будут рассмотрены позже.

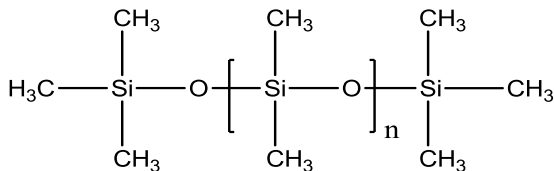
Силикон покрывает каждый волос невидимой пленкой, которая спаивает и сглаживает чешуйки волос, создавая эффект гладких и блестящих локонов, выполняет функцию клея для секущихся кончиков, препятствует вымыванию цветового пигмента после окрашивания. Плотность пленки и «воздухопроницаемость» зависят от количества силикона в составе средства. У силикона есть еще один существенный плюс: он защищает волосы от вредных воздействий окружающей среды, таких как вода с содержанием хлора, резкие перепады

температуры, активные ультрафиолетовые лучи. И, наконец, процесс укладки за счет него значительно облегчается: волосы быстрее высыхают, легко расчесываются, защищены от вредной термообработки феном, щипцами, утюжком.

Производители, как правило, не ограничиваются одним силиконом в составе кондиционера и комбинируют несколько их видов в надежде на более удачный эффект. Однако надеяться на какой-то «лечебный» эффект от кондиционера не стоит. Все полезные вещества, даже если они введены в состав кондиционера, через сформированную пленку уже не проникнут.

Рассмотрим наиболее распространенные силиконовые кондиционеры.

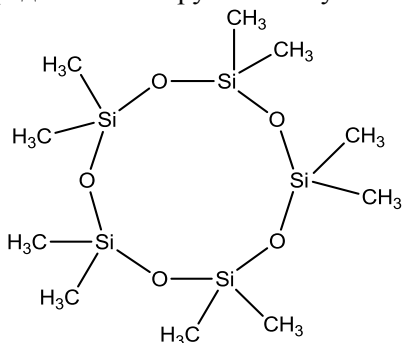
*Диметилсилоксан, диметикон (dimethicone)* – широко используемый жидкий силикон:



*Диметилсилоксан*

Прозрачен, предохраняет кожу от раздражения агрессивными моющими компонентами, создает нерастворимую в воде полимерную пленку. Этот тип силиконов делает волосы гладкими, блестящими и облегчает расчесывание.

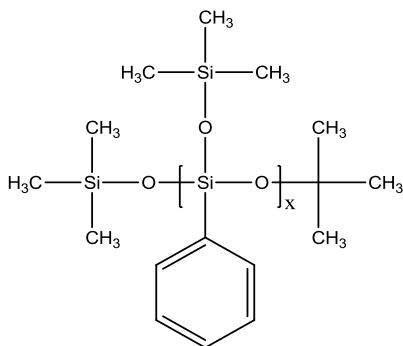
*Циклопентасилоксан, циклометикон (cyclopentasiloxane, cyclomethicone)* – представитель группы «летучих» силиконов:



*Циклопентасилоксан*

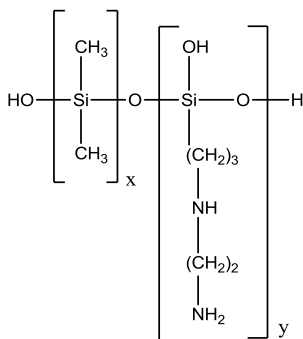
Имеет небольшой размер молекулы, хорошо растворяет более «тяжелые» силиконы (Dimethicone). Сам практически не проникает внутрь волоса, хорошо растекается по его поверхности и равномерно распределяет растворенные компоненты.

*Летучие силиконы* защищают волосы при термоукладке и перепадах температур а также сокращают время сушки, приглаживают чешуйки и бережно обволакивают стержень волоса. Он оказывается как бы в защитной капсуле, при этом «дыхание» кожи головы не нарушается, так как через эту защитную силиконовую пленку легко проникают кислород и влага. Особый блеск волосам придает силикон *фенилтриметикон*, относящийся к группе летучих силиконов:



*Фенилтриметикон*

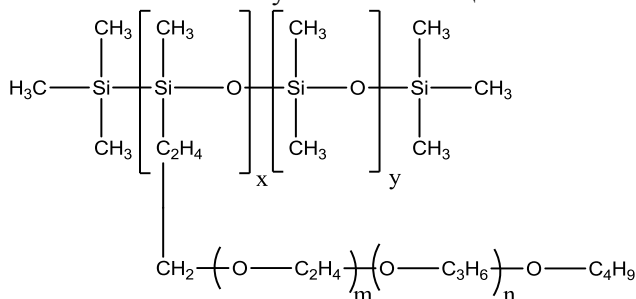
*Амодиметикон (amodimethicone)* – кремний органический полимер:



*Амодиметикон*

Легко оседает на волосах, осевшая пленка держится до следующего мытья головы шампунем, не осыпается, выравнивает поверхность волоса.

**Водорастворимые силиконы.** Это кремнийорганические ПАВ, которые представляют собой блоксополимеры оксидов алкиленов и олигоорганосилоксанов. Обладают хорошей пенообразующей и пеностабилизирующей способностью. Используются в шампунях. Улучшают пенообразование косметического средства, создавая стойкую объемную пену. Большой плюс водорастворимых силиконов в том, что они полностью смываются водой и не адсорбируются волосами. Благодаря кондиционирующим силиконовым добавкам даже самые «запущенные» волосы вновь могут стать блестящими и шелковистыми.



*Водорастворимый блоксополимер*

Все средства для ухода за волосами, содержащие силиконы, придают им блеск, облегчают их расчесывание и укладку. Однако вопрос об их использовании вызывает дискуссии. По мнению некоторых специалистов, из-за того, что силикон обволакивает каждый волосок, волос деградирует, становится слабым, ломким и пористым. Волосы теряют объем, становятся тяжелыми и плохо поддаются укладке. В конечном итоге злоупотребление косметикой с силиконами может привести к выпадению волос.

Последние исследования доказали, что силикон не проникает внутрь волоса, так как его молекулы слишком велики, чтобы проникнуть внутрь тканей. Стоит помнить, что силиконы не оказывают лечебного эффекта, а блеск и шелковистость волос лишь видимый, недолговечный эффект. Однако при злоупотреблении средствами с диметиконами и высокополимерными силиконами состояния волос на

самом деле может ухудшиться. Эти группы силиконов образуют достаточно плотную пленку, которая плохо смывается. При частом использовании таких средств силиконы могут накопиться на поверхности (кумулятивный эффект), волосы перестанут получать необходимое питание и кондиционирование, станут более тяжелыми и ломкими. Но это может произойти только в том случае, если содержание нерастворимых силиконов достаточно высоко. Разработчикам следует принимать во внимание и то, что нерастворимые силиконы являются эффективными пеногасителями. Поэтому их содержание в шампунях не должно превышать 0,5–1 %. Здесь уместны слова основателя фармакологии Парацельса: «Все – яд и все – лекарство, то и другое определяет доза».

На рис. 93 представлена схема действия силикона в шампуне «2 в 1». Действие шампуня следующее. Вначале молекулы моющего ПАВ очищают волосы от грязи и кожного сала. При этом частицы кондиционера находятся в виде большого количества капель, окруженных специальными ингредиентами, образующими гелевую матрицу. Только при смывании шампуня кондиционирующие компоненты покидают свои «клетки» и осаждаются на поверхности волос.

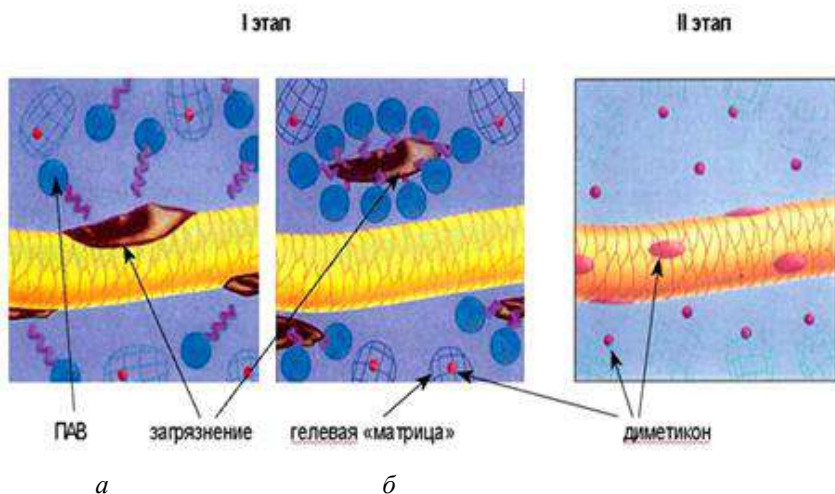


Рис. 93. Схема действия силикона в шампуне «2 в 1»

**Поликватерниумы.** Поликватерниумы (polyquaternium) – это целая группа полимеров (сейчас их зарегистрировано порядка 100), которые широко используются в косметике для обеспечения ухаживающего эффекта для волос и кожи. Это катионные полиэлектролиты, которые в своем составе содержат ионогенные группы, способные к ионизации с образованием заряженных полиионов и с периодическим положительным зарядом вдоль цепи молекулы.

Поликватерниумы имеют разное происхождение. Часть полимеров получают за счет химической модификации природных полимеров, таких как гуаровая камедь или целлюлоза, но все же большинство из них – это синтетические вещества, как правило азотсодержащие соединения. Эти вещества имеют как линейную (рис. 94а), так и разветвленную структуру (рис. 94б), различную степень ионизации и плотность ионогенных групп.

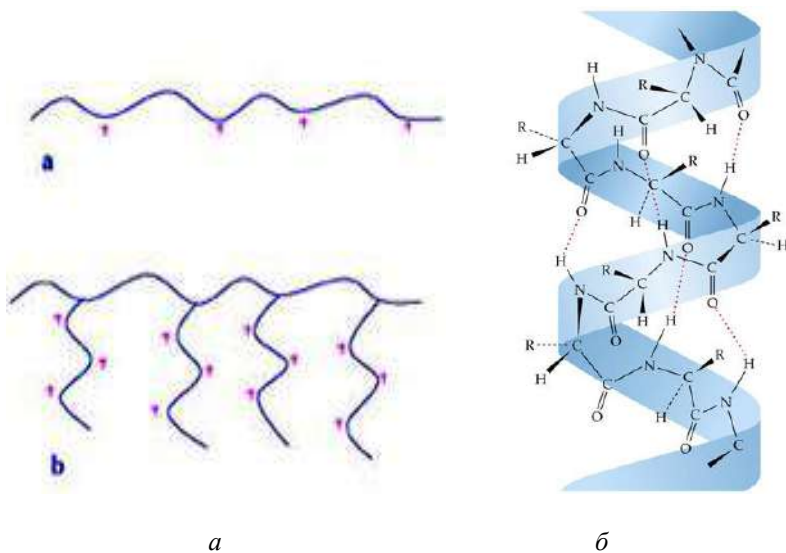


Рис. 94. Структурные формулы поликватерниума (а) и кератина (б)

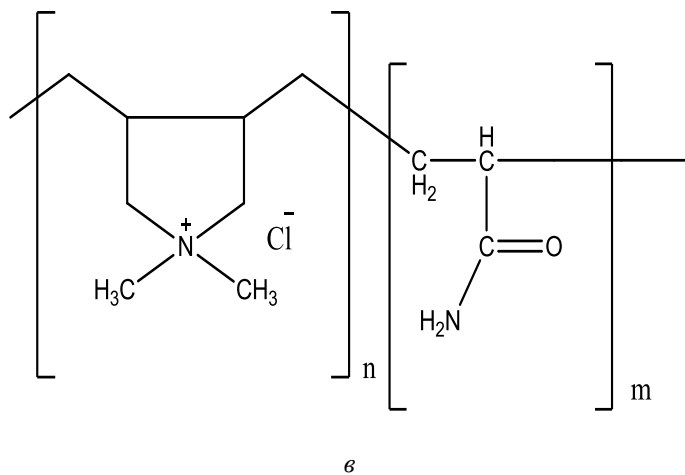
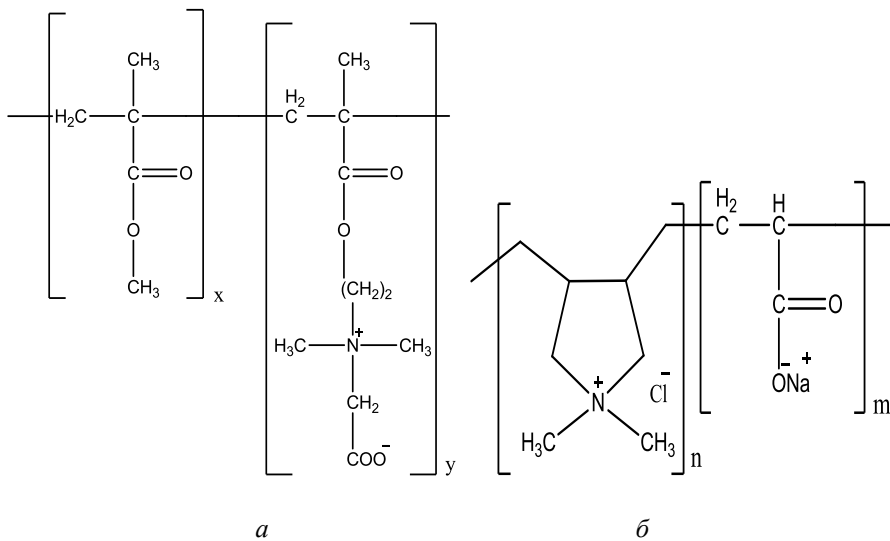
Кондиционирующее действие этих полимеров связано со свойствами кератина. Этот белок, как и все белки, является полиамфолитом – содержит в своем составе ионогенные группы как кислотного, так и основного характера, об этом мы писали ранее. В зависимости от

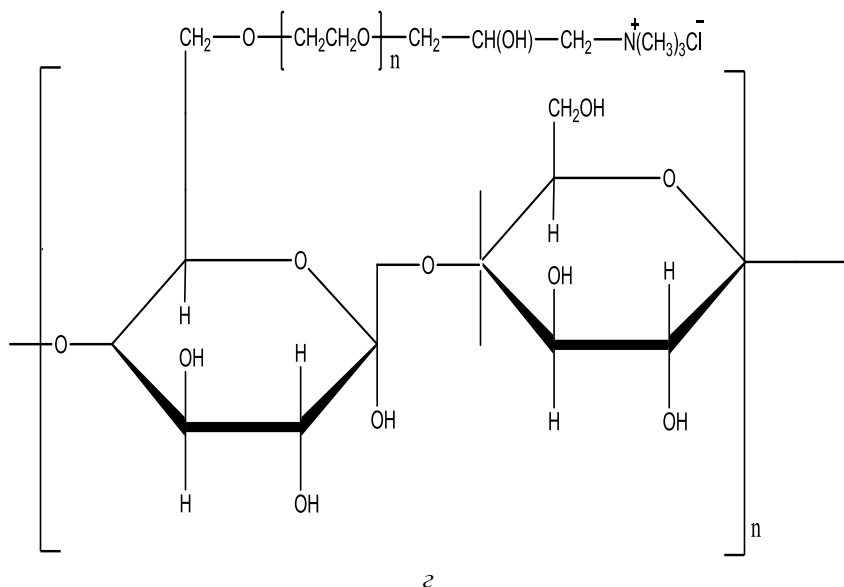
условий, например от pH среды, макромолекула может иметь как положительный, так и отрицательный суммарный заряд. Возможно и равенство положительных и отрицательных зарядов (изоэлектрическое состояние). В результате исследований было установлено, что макромолекулы кератина волос имеют преимущественный суммарный отрицательный заряд. При этом по мере увеличения повреждений волоса заряд возрастает, концентрируясь в местах дефектов. Катионные полимеры и ПАВ, молекулы которых несут положительный заряд, притягиваются к местам дефектов, адсорбируются на волосах «по месту», образуют пленку и «залечивают» поврежденные участки. Это свойство называется *субстантивностью*. Размер макромолекул катионных полимеров достаточно большой, поэтому они не склонны проникать внутрь волоса. Если волос имеет сильные повреждения (под действием блондирующих препаратов или химических завивок), то в нем образуются достаточно большие пустоты для проникновения молекул поликватерниума (polyquaternium) в волос. В этом случае молекулы заполняют собой пустоты и тем самым создают эластичную лечащую прокладку в пустотах волос. Благодаря этому свойству некоторые косметические компании используют поликватерниумы в составах для химической завивки и химического распрямления, пролечивая структуру волос непосредственно при проведении процедуры. Адсорбированный на кератиновой поверхности волоса полимер облегчает расчесывание волос во влажном и сухом состоянии, создает ощущение гладкости на ощупь. Некоторые полимеры из этой группы могут препятствовать накоплению статического заряда (являются антистатиками) и помогают удерживать влагу в волосах. Все это способствует широкому применению поликватерниумов в составах кондиционеров, масок и шампуней.

Поликватерниумы (polyquaternium) по-разному вымываются с волос. Некоторые представители этой группы поликватерниумов обладают свойством формировать на волосах достаточно твердую полимерную пленку, тем самым создавая эффект фиксации. Поэтому поликватерниумы входят в качестве фиксирующих компонентов в состав лаков, муссов, пенки, гелей для волос и косметики для объема. Polyquaternium — это общее название катионных полимеров. После названия всегда стоит число.

Поликватерниумы отличаются по химической структуре, и число им присваивали по мере регистрирования в INCI.







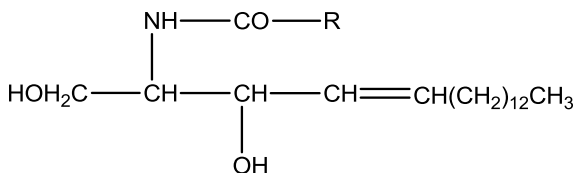
Структурные формулы поликвартениумов: а – поликвартениум-30;  
б – поликвартениум-22; в – поликвартениум-7; з – поликвартениум-10

**Церамиды.** Важнейшим компонентом липидного барьера рогового слоя являются церамиды. В организме эти удивительные липиды встречаются еще в миелиновых оболочках нейронов головного мозга, где они и были впервые обнаружены и благодаря чему и получили свое название (от лат. *cerebrum* – мозг). Именно поэтому слово «церамиды» правильно читается с буквы «ц», а не с буквы «к» (керамиды), хотя второй вариант сегодня встречается чаще. Церамиды составляют основу липидного матрикса – на их долю приходится половина (50 % мол.) всех липидов. Другим распространенным компонентом является холестерин (свободный и эфирно-связанный) – 30–35 % мол.). Остальные липиды представлены свободными жирными кислотами. Такой уникальный количественный и качественный липидный состав характерен только для рогового слоя.

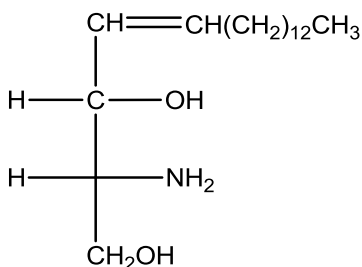
Церамиды относятся к группе сфинголипидов. В случае церамидов один из остатков жирной кислоты нетипично – через амидную связь – присоединен к соответствующему основанию (аминоспирту). С химической точки зрения разнообразие церамидов обусловлено

множеством вариантов соединения двух структурных образующих — полярная «головка» (сфингозиновое основание) и гидрофобный «хвост» (жирная кислота). Это поверхностно-активные вещества. В образовании церамидов участвуют следующие сфингозиновые основания (аминоспирты): сфингозин, фитосфингозин,  $\beta$ -гидроксисфингозин и дигидросфингозин. К основанию присоединена жирнокислотная цепочка («хвост») разной длины (от 16 до 28 атомов углерода с шагом в два атома — в зависимости от типа церамида).

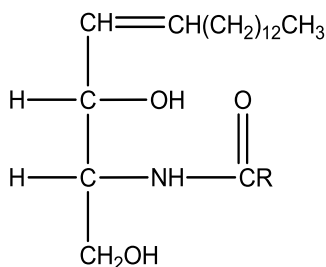
Эти химические особенности лежат в основе способности церамидов формировать компактную и плотную структуру рогового слоя. Любые воздействия, разрушающие подобные связи с участием молекул церамидов или других составляющих межклеточного «цемен-та», вызывают трансэпидермальную потерю влаги и способствуют проникновению в организм потенциально вредных субстанций. Каждый церамид отличается структурой сфингозинового основания либо длиной жирнокислотной цепи.



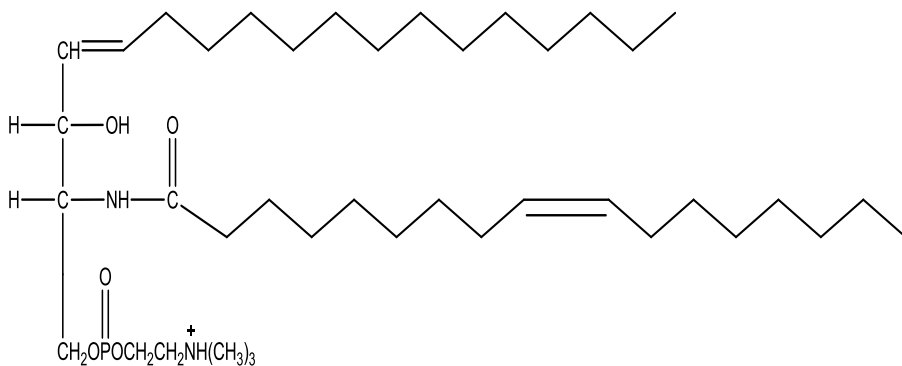
*a*



*Сфингозин*



*Церамид N-ацилсфингозин*



б  
Сфингомиелин

*Общая структура церамидов (а) и конкретные представители (б)*

Церамиды — лючевые структурные элементы рогового слоя, оказывающие непосредственное влияние и на проницаемость кожи в обоих направлениях, и на «цементирование» корнеоцитов. Нанесенные на кожу церамиды способны восстанавливать дефекты в межклеточной структуре, вызванные старением или косметическими процедурами (пилинг, дермабразия, мезотерапия).

Ряд независимых исследований подтвердили, что эти соединения относятся к одному из наиболее перспективных классов косметических ингредиентов. Косметика на основе церамидов особенно рекомендуется для восстановления кожи после повреждающих эстетических процедур, а также для ухода за сухой кожей с нарушенным барьером. Церамиды — одни из трех типов липидов, найденных в кутикуле волоса. Их введение в шампуни и другие средства по уходу за волосами способствует увеличению объема, блеска, сопротивляемости и силы волос, разглаживает волос и, самое главное, восстанавливает «цемент» между клетками кутикулы, защищает и усиливает волосы. Церамиды могут быть использованы в различных средствах — как смываемых, так и несмываемых: в шампунях, кондиционерах, кремах для волос. Они обеспечивают лечение волос после химической завивки, окрашивания. При этом было установлено, что эти ингредиенты особенно эффективны именно для поврежденных волос. Здоровые волосы с ними практи-

чески не взаимодействуют. Их содержание в рецептурах обычно составляет 0,5 – 3 % мас.

### 3.1.6. Масла в пеномоющих средствах

Пеномоющие средства различного назначения – шампуни, гели для душа, пены для ванн, пенки для умывания и жидкое мыло – преимущественно являются концентрированными водными растворами. Часто они содержат натуральные экстракты, являющиеся ультрамикрорегетерогенными коллоидными системами, и солюбилизированные парфюмерные композиции. Тем не менее основным компонентом таких систем является вода, а нерастворимые в воде добавки имеют столь малые концентрации, что стабилизирующее и солюбилизующее действие ПАВ обеспечивает стабильность и прозрачность таких систем. Вместе с тем современные тенденции многофункциональности косметических продуктов диктуют необходимость расширения спектра полезных натуральных ингредиентов, к которым относятся растительные и эфирные масла. В большей степени они используются в пеномоющих средствах для тела и рук – оказывают смягчающее, восстанавливающее, увлажняющее действие. Однако содержание масел в средствах на водной основе невелико, их сфера действия – эмульсионные системы, декоративная косметика, средства на масляной основе. Использование масел может привести к опалесценции продукта. В этом случае рекомендуется использовать замутнители и перламутровые концентраты. Содержание масел в рецептурах пеномоющих средств редко превышает 5 %, обычно 0,1–2 %. Они вводятся на завершающей стадии процесса после комплекса ПАВ. Ассортимент применяемых масел очень велик, особенно в средствах для ванн и душа. Приведем некоторые примеры использования природных масел в пеномоющих средствах.

**Масло бергамота.** Бергамот – ближайший родственник апельсина, мандарина, лимона, грейпфрута. Он относится к семейству рутовых. Это очень многочисленное семейство: в нем есть и травы, и кустарники, и деревья. Объединяет все растения, входящие в это семейство, содержащие многие эфирные масла.

Бергамот появился в Италии в половине XVII в. Родиной бергамота считается Юго-Восточная Азия. В дикой природе этот фрукт не встречается. Предполагается, что это гибрид лимона и померанца,

очень давно выведенный в Китае. По другой версии появление бергамота вызвано мутацией апельсина. Лучшее по качеству эфирное масло получается из зрелых, но еще не опавших плодов. Эфирное масло бергамота получают методом холодного отжима кожуры спелых плодов. Самым качественным считается масло, которое выжато руками.

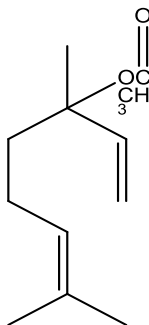


Рис. 95. Плоды бергамота

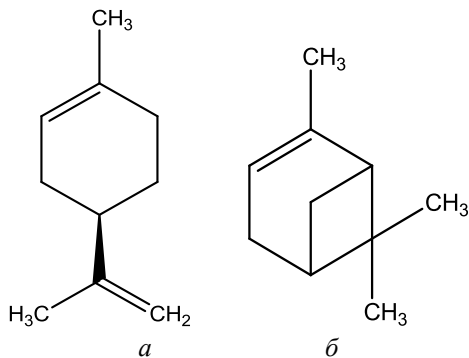
Бергамот выращивается успешнее всего на юге Италии, на небольшом участке Ионического побережья в Калабрии, где стал символом всей области.

В состав масла бергамота входят:

– L - линалилацетат (35–50 %):

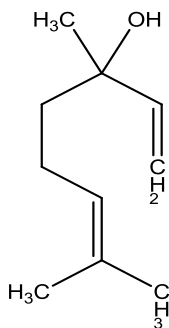


– терпены (D-лимонен, α-пинен, камфен, бергаптен, β-кариофиллен и т. д.):



*a* – *D*-лимонен, *б* –  $\alpha$ -пинен

– терпеноиды (L-линалоол, нерол)



*L*-линалоол

– линалилацетат и свободный линалоол, придающие маслу специфический приятный аромат.

Масло бергамота вводится в шампуни, бальзамы и кондиционеры.

Масло бергамота в составе косметических композиций:

– является хорошим стимулятором роста волос;

- усиливает кровообращение в коже головы;
- обладает антиперхотным действием;
- регулирует работу сальных желез в коже головы;
- придает волосам блеск и упругость;
- восстанавливает их повреждения.

**Цитрусовые эфирные масла.** Получить цитрусовые эфирные масла можно из всех частей растений (листья, цветы, семена, плоды и т. д.). Например, из цветков апельсина выжимают масло нероли, из плодов – масло апельсина, из листьев и побегов – петигреноевое масло.

Почти все цитрусовые масла получают с помощью холодного прессования. Кожуру плодов отжимают специальные машины. Затем идут этапы очистки и обработки масел. Масло нероли получают водно-паровой перегонкой из цветов горького апельсина. Эфирные масла цитрусовых оказывают полезное воздействие на организм человека, на его эмоциональное и духовное состояние.



*Рис. 96. Мандариновое масло*

Цитрусовые плоды содержат целый ряд витаминов, среди которых по содержанию и значимости выделяются аскорбиновая кислота, витамин Р, каротиноиды, инозитол, холин, никотиновая кислота, пиридоксин, рибофлавин, тиамин, биотин, фолиевая кислота. Как правило, любой из перечисленных витаминов содержится в большей концентрации в кожуре по сравнению с мякотью.



Практически все цитрусовые плоды обладают эффективными антидепрессивными свойствами, что обуславливает их применение в гелях для душа и пенах для ванн. Эфирные масла апельсина, мандарина, лимона, грейпфрута добавляют в шампуни, бальзамы, ополаскиватели.

Эфирные масла апельсина, мандарина, лимона, грейпфрута в составе косметических композиций:

- восстанавливают поврежденные волосы и кожу головы;
- масло мандарина применяют при секущихся концах;
- масло сладкого апельсина помогает восстановить ломкие волосы и придает им эластичность;
- масло лимона положительно воздействует на волосы, ослабленные окрашиванием или химической завивкой.

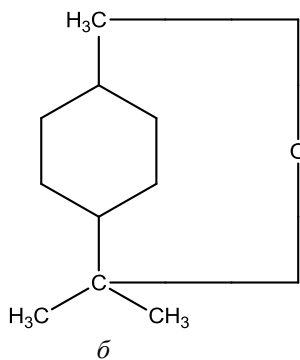
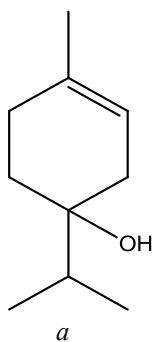
**Масло чайного дерева.** Вечнозеленое чайное дерево *Melaleuca alternifolia*, родиной которого является Австралия, относится к семейству миртовых и является ближайшим родственником эвкалипта и гвоздичного дерева. Листья этого дерева аборигены заваривали как чай, отсюда и его название. Если верить историкам, то австралийское чайное дерево было открыто Джеймсом Куком в 1770 г. во время его знаменитого путешествия на «Индевере». В 1923 г. в результате исследований, проведенных химиком Пенфолдом, было выявлено, что активно используемое с конца XIX в. в австралийской народной медицине эфирное масло чайного дерева обладает мощным антибактериальным и антисептическим действием. Во время Второй мировой войны масло чайного дерева было обязательным компонентом индивидуальных солдатских аптек. Оно использовалось во многих странах мира для лечения различных заболеваний, в том числе грибковых и паразитарных заболеваний кожи.

В 70–80-х гг. XX в. в Австралии были посажены большие плантации чайного дерева, и в наши дни Австралия остается основным мировым производителем наиболее качественного эфирного масла чайного дерева.



*Рис. 97. Чайное дерево и его плантации в Австралии*

Мощное бактерицидное свойство эфирного масла чайного дерева в значительной степени обусловлено присутствием в составе этого масла таких компонентов, как терпинен-4-ол (от 30 до 47 %) и цинеол (от 1 до 15 %).



*Структурная формула терпинен-4-ола (а) и цинеола (б)*

В настоящее время эфирное масло чайного дерева может включаться в рецептуры широкого ассортимента косметических средств, в том числе и в пеномоющие композиции – гели и пенки для умывания, шампуни, гели для душа. В противоперхотные шампуни масло чайного дерева может вводиться в количестве 5–15 %, обычно

его содержание 0,5–2 %. Используется в пеномоющих средствах с бактериальным и антигрибковым эффектом, в том числе для интимной гигиены. Оказывает ранозаживляющее и тонизирующее действие.

Эфирное масло чайного дерева в составе косметических композиций:

- улучшает состояние волос;
- восстанавливает их структуру и улучшает рост;
- рекомендовано для жирных волос;
- уменьшает раздражение кожи головы;
- оказывает ранозаживляющее и тонизирующее действие.

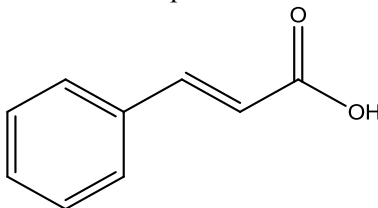
**Масло ши.** Масло ши (карите) — растительное масло, добываемое из семян дерева ши, или Вителлarii (Африка). Дерево достигает в высоту 10–20 м и способно жить несколько веков при сохранении высокой урожайности в течение ста лет. Зрелые плоды коричневого цвета, диаметром около 4 см. Внутри плод состоит из питательной кремовой мякоти и богатого жирами семени. Именно из него извлекается масло ши. У дерева ши много названий, в Африке его еще называют карите.



*Рис. 98. Дерево, плоды и масло ши*

Масло ши твердое, имеет приятный ореховый запах. Цвет может быть белым или кремовым. Консистенция масла ши при комнатной температуре аналогична консистенции топленого масла. Его полезные свойства обусловлены в первую очередь химическим составом

продукта. В составе масла ши можно обнаружить триглицериды, жирные кислоты, ряд неомыляемых органических соединений. Масло ши (карите) применяют в косметологии, поскольку продукт обладает защитными и смягчающими кожу свойствами. Известно, что народности, использующие масло ши как в качестве продукта питания, так и лекарственного средства, практически не страдают от кожных заболеваний.



*Структурная формула коричной кислоты*

Из-за наличия коричной кислоты и витамина Е масло ши является природным УФ-фильтром, защищая кожу от воздействия свободных радикалов. Витамин Е, содержащийся в этом масле, помимо антиоксидантного действия оказывает стимулирующее воздействие на процессы микроциркуляции в коже, улучшая кровоснабжение ее поверхности. Содержание олеиновой кислоты в нем достигает 55 %, поэтому масло очень быстро впитывается в кожу. В масле ши отмечено высокое содержание линолевой кислоты (до 10 %), это позволяет использовать его для восстановления защитных функций кожи и активизации липидного обмена.

Масло ши вводят в маски, шампуни и бальзамы для сухих и секущихся волос, оно эффективно защищает волосы от солнечного воздействия. В гели для душа может вводиться до 5 % масла.

Масло ши в составе косметических композиций:

- обладает выраженными антиоксидантными и регенерирующими свойствами;
- является действенным средством против старения кожи, стимулируя синтез коллагена;
- отмечается его высокая способность к клеточной регенерации, ранозаживляющее и увлажняющее действие;
- важное качество масла ши — это способность доставлять активные компоненты в глубокие слои кожи;

— оно восстанавливает структуру волос и волосяных луковиц, улучшает их рост, возвращает волосам блеск и шелковистость.

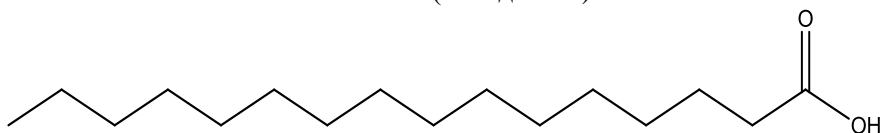
**Персиковое масло.** В настоящее время персик культивируют во всех странах, где климатические условия позволяют ему расти: в Китае, Италии, США, Греции и Индии. Персиковое масло получают из косточек персика методом холодного отжима.



Рис. 99. Плоды персика и косточковое масло

Персиковое масло содержит большое количество полиненасыщенных жирных кислот, в состав которых входят:

- кислота олеиновая (от 55 до 67 %);
- кислота линолевая (от 15 до 35 %);
- кислота пальмитиновая (от 5 до 8 %):



Пальмитиновая кислота

— кислота пальмитолеиновая (около 1 %);

— кислота стеариновая (до 3 %) и некоторые другие жирные кислоты.

Персиковое масло содержит витамины А, Е, С, Р. Также уникален в составе персикового масла витамин В<sub>15</sub>, который эффек-

тивно воздействует на увядающую кожу. Есть в нем также каротиноиды (это видно по цвету плодов), токоферолы и фосфолипиды. Из минеральных веществ это масле содержит калий, кальций, фосфор и железо.

Персиковое масло вводится в гели для душа, жидкое мыло, пены для ванн, в том числе и для детей. Его назначение – дополнительное увлажнение кожи во время и после мытья. Содержание персикового масла в пеномоющих средствах может составлять 5–10 %. Персиковое масло подходит для всех типов кожи.

Персиковое масло в составе косметических композиций:

- способно буквально «оживлять» кожу – ведь оно в комплексе сразу питает, увлажняет и восстанавливает;
- масло помогает предотвратить обезвоживание клеток;
- сглаживает неглубокие морщины и эффективно поддерживает упругость и эластичность любого типа кожи; особенно рекомендуют это масло для чувствительной и воспаленной кожи.

**Репейное масло.** Репейное масло получается методом масляной экстракции. Метод заключается в настаивании измельченных корней лопуха на растительном масле, полученном методом холодного прессования (подсолнечное, оливковое, миндальное). Холодное прессование позволяет сохранить больше полезных веществ (особенно термолабильных) за счет уменьшения температуры при отжиме масла. В настоящее время используют и минеральное масло для увеличения срока хранения продукта.

Для производства репейного масла используются корни лопуха 2–3-летнего растения в соотношении 40 г корней лопуха на 100 мл растительного масла. Корни лопуха высушиваются и измельчаются до фракции 2 – 4 мм. Это позволяет при производстве репейного масла оптимизировать выделение целебных веществ из корней лопуха (репейника). В последние годы создана технология экстрагирования полезных веществ сверхкритической флюидной экстракцией углекислым газом.



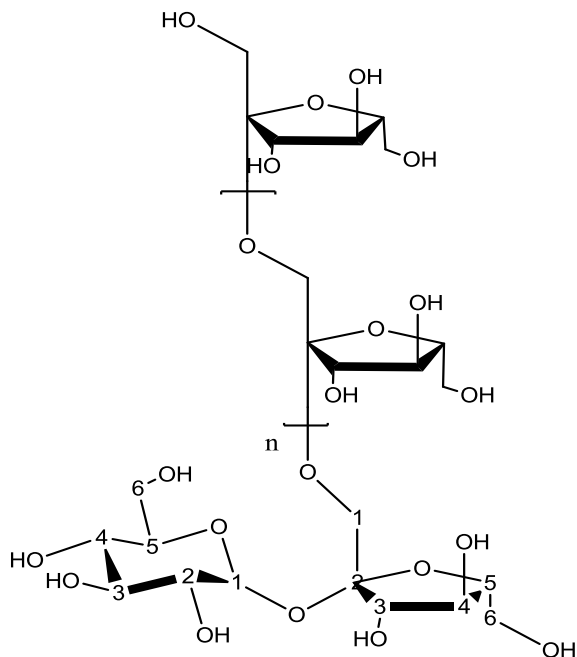
*Рис. 100. Корень лопуха и репейное масло*

Репейное масло в составе косметических композиций:

- укрепляет луковицы и останавливает выпадение волос;
- устраняет перхоть;
- стимулирует микроциркуляцию, выводит токсины;
- регенерирует луковично-фолликулярный аппарат волос, стимулирует их рост;
- обладает легкими антибактериальными свойствами, что способствует быстрому заживлению микротравм на коже;
- нормализует работу сальных желез, избавляя от жирности;
- предотвращает развитие преждевременной седины.

Репейное масло содержит:

- белковые вещества – протеины (около 12,34 %);
- эфирные масла (до 0,17 %);
- жирные кислоты (пальмитиновую и стеариновую);
- дубильные вещества, горечи (около 20 %);
- минеральные соли (хрома, кобальта, железа, магния, фосфора, калия, кремния, натрия, цинка, кальция, меди, марганца, селена и серы);
- витамины (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, Е, К, D, F, РР и бета-каротин);
- флавоноиды и некоторые другие вещества.
- природный полисахарид – инулин (до 45 %):



Репейное масло активно используется в шампунях, бальзамах, масках для волос.

**Касторовое масло.** Касторовое масло (масло клещевины, лат. *Oleum Ricini*) – растительное масло, получаемое из семян растения клещевина обыкновенная – название, которое она получила из-за сходства семян с клещем. Так решили римские ботаники, которые еще в те древние времена стали использовать семена клещевины. *Ricinus* – так называли римляне один из видов клещей.

Прозрачная или слегка желтоватая вязкая жидкость. Запах слабый, вкус своеобразный, неприятный. Происхождение названия объясняется следующим образом: *castor* — научное название бобра. Бобры широко распространены в Канаде, которая была известна в прошлом как «страна бобров». Клещевинное масло одно время получали из Канады, отсюда, вероятно, произошло и название, которое иногда применялось к маслу, полученному холодным способом, тогда как масло горячего прессования называлось просто клещевинным. В XX в. в связи с бурным развитием авиации, нуждающейся в незамерзающем



масле, клещевина приобрела исключительное значение, став полевой культурой и заняв значительные площади во всех частях света: в Америке (Аргентина и Уругвай), в Европе (главным образом в средиземноморских странах), в Африке и Азии (почти во всех бывших колониях европейских держав), несколько позже – в Австралии. В настоящее время крупнейшие производители касторового масла – Индия, Китай и Бразилия.



*Рис. 101. Клещевина и ее семена*

Касторовое масло представляет собой смесь триглицеридов рицинолевой, линолевой и олеиновой кислот. Большую его долю (80 %) составляют глицериды вязкой рицинолевой кислоты, содержащей в молекуле только одну ненасыщенную связь. В связи с невысоким содержанием двойных связей не полимеризуется, не высыхает, слабо подвержено окислению.

Касторовое масло в составе косметических композиций:

- способствует регенерации поврежденных и активизирует рост здоровых волос;
- увлажняет и устраняет проблему секущихся волос;
- в составе шампуня касторовое масло снижает работу сальных желез;
- очищает и укрепляет волосы;
- предотвращает их выпадение и ломкость.

Свойство касторового масла ускорять рост волос и улучшать их структуру отмечал в своих трудах еще Геродот (древнегреческий

историк V в. до н. э.). Касторовое масло вводится в шампуни и другие средства ухода за волосами.

Содержание масла в шампунях невелико: оно не превышает 1 %, поскольку трудно смывается. Шампунь с касторовым маслом рекомендуется для жирных и сухих волос.

**Розовое масло.** Роза – первое растение, из которого было получено эфирное масло. Считается, что произошло это в Персии в XX в. Розовое эфирное масло получают из цветочных лепестков кустарника семейства розоцветных (Rosaceae) высотой 1,5–2 м. Масло содержится главным образом в лепестках. Для получения 1 кг масла необходимо до 5000 кг сырья. Существует два метода получения розового масла:

- метод дистилляции с паром или водой из свежих лепестков;
- экстракция растворителями из свежих лепестков.

Для коммерческого производства розового масла используют две разновидности – *Rosa damascena* (роза дамасская) и *Rosa centifolia* (роза столистная). Роза дамасская в огромных количествах выращивается в Болгарии, а столистную выращивают во Франции. Не следует путать эфиромасличную розу с декоративной, произрастающей в парках и садах, которая не содержит целебного эфирного масла.



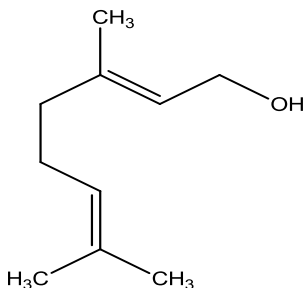
Рис. 102. Дамасская роза и розовое масло

Розовое эфирное масло представляет собой сложную смесь, состоящую из твердой части – стеароптенов (соединений парафинового ряда) и жидкой части. Содержание стеароптенов в некоторых случаях достигает 50 %. Жидкая часть эфирного масла имеет светло-

желтый или зеленовато-желтый цвет. Состав масла зависит в значительной степени от места произрастания видов и способов его выделения.

Масло, полученное перегонкой с водяным паром из лепестков крымской розы, содержит:

- стеароптены – 50 %;
- гераниол – 20 %:



- цитронеллол – 14,3 %;
- цитраль и альдегид жирного ряда, нерол, эвгенол, фенилэтиловый альдегид и др.

Кроме того, в лепестках роз находятся антоцианы, дубильные вещества, углеводы, белки и жирное масло. В состав жирного масла входят сложные эфиры лауриновой, миристиновой, пальмитиновой, стеариновой и арахиновой кислот.

Розовое масло вводится в тоники, шампуни и средства для массажа. Все они обладают антисептическими свойствами, тонизируют кожу. Содержание в пеномоющих средствах для тела не более 5 %.

Масло розы в составе косметических композиций:

- идеальное средство для разглаживания морщин, оно придает упругость коже, а также очень полезно для век;
- регенерирует клетки кожи, повышает ее упругость и нормализует работу сальных желез;
- в гелях для душа розовое масло увлажняет и смягчает кожу, обладает тонизирующими и антибактериальными свойствами;
- аромат этого масла оказывает расслабляющее и успокаивающее действие, что обуславливает использование его в пенках для ванн;

— как компонент в шампунях масло способствует устранению перхоти, укреплению волос и улучшению состояния кожи головы.

К сожалению, из-за высокой себестоимости розового масла многие компании предпочитают использовать его синтетический заменитель, не обладающий лечебными свойствами.

**Облепиховое масло.** Масло облепиховое – жидкость оранжево-красного цвета с характерными запахом и вкусом. Насыщенность цвета зависит от сорта растения, части, из которой оно было добыто, и способа приготовления.



Рис. 103. Плоды облепихи и облепиховое масло

Масло облепихи (*Oleum Hippophaeae*) получают двумя способами:

- экстрагированием сухого жома подсолнечным маслом;
- экстрагированием мякоти плодов или отдельно семян органическими растворителями, которые затем удаляются.

Особенность этого масла – идеальная сбалансированность всех витаминов и микроэлементов, входящих в состав. Полезные и лечебные свойства облепихового масла обусловлены синергизмом всех

компонентов масла. В ягодах облепихи содержится от 3 до 10 % растительного масла. В его состав входят:

- витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>;
- аскорбиновая кислота;
- витамины К, Е, Р;
- множество микроэлементов, среди которых кальций, магний, кремний, молибден, железо и др.;
- фруктовая, салициловая, янтарная органические кислоты;
- жирные кислоты Омега-3-6-9;
- каротиноиды (из них синтезируется витамин А);
- пектины и др.

По содержанию каротиноидов облепиховое масло превосходит все остальные растительные масла, а по содержанию витамина С уступает только шиповниковому. Этот ценный источник полезных веществ часто можно найти в составах косметических продуктов по уходу за волосами, кожей лица и тела. Однако следует помнить, что масло облепихи имеет оранжево-красный цвет, поэтому оно диктует образ продукта и не требует дополнительного введения красителей.

Масло облепихи в составе косметических композиций:

- оказывает противовоспалительное, противорадиационное, антиоксидантное, антисептическое действие;
- обладает противоожоговым, восстанавливающим ткани и противовоспалительным эффектом;
- благоприятно влияет на структуру волос, укрепляя их;
- шампуни с маслом облепихи очищают волосы, питают их, увлажняют, стимулируют рост;
- избавляет кожу от перхоти;
- ускоряет заживление ран и снимает боль;
- повышает иммунитет;
- улучшает состояние кожи;
- обладает омолаживающим действием.

**Масло виноградных косточек.** Масло виноградных косточек извлекают двумя способами:

- холодным прессованием;
- химическим экстрагированием (получением вытяжки) зерен винограда.

При химической обработке теряется немало витаминов и полезных веществ, которыми так богато виноградное масло. Полученное прессованием масло содержит активный антиоксидант и обладает высокой биологической активностью.



*Рис. 104. Масло виноградных косточек*

Масло виноградных косточек имеет, пожалуй, самый разнообразный состав.

В нем содержатся:

- высокий, по сравнению с любым другим натуральным маслом, уровень линолевой кислоты (более 70 %);
- особенно богато витамином Е;
- микроэлементы;
- антиоксиданты;
- дубильные вещества;
- жирные кислоты.

Одной из современных тенденций в производстве косметических средств является введение в их состав добавок антиоксидантного действия, которые противодействуют окислительному стрессу кожи и волос. В этом плане ингредиенты на основе продуктов переработки винограда имеют ряд преимуществ.

Применение масла виноградных косточек оказывает омолаживающее действие не только на клетки кожи, но и на организм в целом,

являясь ко всему прочему эффективным средством профилактики преждевременного старения (в частности развивающегося на фоне негативного воздействия солнечной радиации и гормонального дисбаланса). Этот продукт используют в косметической промышленности при производстве твердого и жидкого мыла, очищающих и солнцезащитных средств, увлажняющих средств, восстанавливающих шампуней, масок и кремов, пенки для умывания и гелей для душа. В производстве косметических средств, в том числе и пеномоющих, виноградное масло используется очень активно, что обусловлено его свойствами ускорять восстановительные процессы.

Масло виноградных косточек в составе косметических композиций:

- положительно влияет на структуру кожных покровов;
- эффективно борется с начальными стадиями целлюлита;
- способствует нормализации кровообращения, оказывает укрепляющее действие на стенки сосудов;
- благодаря содержанию в нем хлорофилла, косточковое масло при регулярном применении тонизирует организм, стимулируя все процессы обмена;
- ускоряет процессы заживления и восстановления пораженных и поврежденных тканей;
- регулярное его применение стимулирует процесс выведения свободных радикалов из организма, тем самым укрепляя иммунитет и улучшая общее состояние;
- виноградное масло имеет легкую консистенцию и отличается быстрой впитываемостью, после его нанесения отсутствует жирный блеск;
- обладает бактерицидным, противовоспалительным, вяжущим, успокаивающим действием;
- сужает расширенные поры.

**Масло авокадо.** Масло авокадо получают из плодов вечнозеленого дерева семейства лавровых. Авокадо – быстрорастущее дерево, достигающее в высоту 20 м. С ботанической точки зрения эти грушеобразные плоды с толстой кожицей («крокодиловая груша» как их называют на родине), скрывающие маслянистую мякоть и твердую косточку, относятся к ягодам. Растет авокадо только в



тропическом и субтропическом климате. Своим знакомством с авокадо весь мир обязан Мексике и Центральной Америке, откуда первооткрыватели вывезли эти уникальные плоды. Согласно археологическим данным, авокадо культивировалось уже в III тыс до нашей эры. Ацтеки называли его «лесное масло». И сегодня крупнейшим производителем авокадо остается именно Мексика, хотя промышленные посадки крупных деревьев активно расширяются в Южной Америке, Калифорнии, Израиле и Южной Африке.



*Рис. 105. Дерево и плоды авокадо*

Масло авокадо добывают из предварительно высушенных зрелых плодов стандартным для всех базовых масел методом холодного отжима. Полученное после первого холодного отжима масло с большим содержанием хлорофилла является так называемым нерафинированным маслом авокадо, самым ценным для использования в целях ароматерапии и косметологии. С целью повышения стойкости масла и стабильности его состава, расширения сферы применения, в том числе и в промышленном масштабе, его дополнительно подвергают рафинированию.

Масло авокадо зеленоватого цвета, имеет слегка ореховый вкус. После рафинирования масло приобретает бледно-желтый цвет. Уникальность масла авокадо заключается в его составе: в нем содержатся все необходимые для красоты и здоровья человека вещества. Содержание в эфирном масле авокадо полиненасыщенных жирных кислот имеет очень высокую концентрацию, благодаря чему оно помогает восстановлению защитных функций эпидермиса кожи. За счет



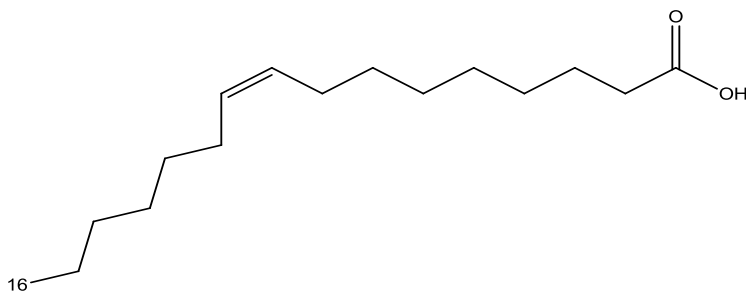
содержащихся в масле авокадо неомыляемых жиров оно имеет высокую биологическую активность. Косметические средства, в состав которых входит эфирное масло авокадо, обладают высокими регенерирующими и питательными свойствами.

По калорийности масло авокадо превосходит большинство пищевых растительных масел (это подтверждает тот факт, что в 1998 году авокадо было занесено в Книгу рекордов Гинесса как самый высококалорийный в мире фрукт). По содержанию белков плод авокадо в 2–3 раза превосходит виноград, яблоки, груши, бананы, цитрусовые, а по содержанию полезных жиров является лидером среди известных фруктов, уступая только кокосу. Стоит отметить, что 30 % жиров, содержащихся в масле авокадо, приходится на легко усвояемые организмом человека ненасыщенные жирные кислоты, по содержанию витамина F масло авокадо в три раза превосходит рыбий жир!

Жирно-кислотный состав масла авокадо:

- олеиновой кислоты – до 80 %;
- пальмитиновой кислоты – до 32 %;
- линолевой кислоты – до 18 %;
- пальмитолеиновой кислоты – до 13 %;
- линоленовой кислоты – до 5 %;
- стеариновой кислоты – до 1,5 %.

Также в состав масла авокадо входят витамины А, Е, С, В1, В2, В3, В9, РР, D, лецитин, насыщенные жирные кислоты, фитостероиды, эфирные масла, хлорофилл, сквален, аминокислота гистидин и множество полезнейших макро- и микроэлементов (калий, магний, фосфор, железо, кальций, натрий, марганец, цинк, йод, кобальт, медь и др.) Антиоксиданта-витамина Е, обладающего мощными иммунозащитными, ранозаживляющими и омолаживающими свойствами, в масле авокадо в 5 раз больше, чем в оливковом масле. В этом продукте имеется вещество сквален, которое является одним из основных компонентов человеческой кожи. Содержащийся в масле хлорофилл обладает антибактериальными свойствами.



*Пальмитолеиновая кислота*

Лецитин – это то самое вещество, которое отличает эфирное масло авокадо от других масел растительного происхождения, поскольку в этом плоде находится в большой концентрации. Это важный строительный материал для сердечно-сосудистой и нервной системы.

В косметологии масло авокадо ценится прежде всего за высокие увлажняющие, питательные и омолаживающие свойства. Состав масла авокадо сбалансирован и уникален, компоненты, содержащиеся в составе, максимально проникают в кожу. Оно рекомендовано абсолютно для любой кожи, за счет легкой консистенции быстро впитывается и не оставляет жирных следов и блеска.

В косметической отрасли масло авокадо широко применяют в качестве компонента для производства всех видов косметических средств, в том числе шампуней, гелей для душа, пены для ванн, пенки для умывания, жидкого мыла. В косметических препаратах большей частью используется рафинированный продукт.

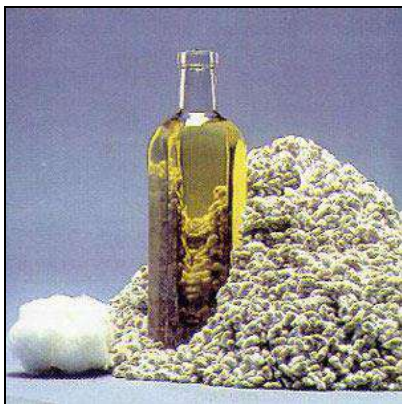
Масло авокадо в составе косметических композиций:

- приводит к существенному уменьшению ломкости, тусклости, сухости, сечения волос, перхоти;
- улучшает структуру волос;
- обладает солнцезащитными свойствами;
- устойчиво к прогорканию, легко и быстро усваивается кожей, не вызывает раздражений.

Содержание масла авокадо в пеномоющих средствах – до 5 %.

**Хлопковое масло.** Хлопчатниковое масло, или хлопковое масло – растительное масло, получается прессованием из семян различ-

ных видов хлопчатника. В странах Азии хлопковое масло востребовано так же, как у нас подсолнечное или оливковое. Самые большие поклонники и потребители хлопкового масла – жители Америки, где хлопок является национальным достоянием и хлопковое масло давно и прочно занимает самые высокие места.



*Рис. 106. Хлопчатник и хлопковое масло*

Содержание масла в семенах невелико, редко превышает 25 %, а прессованием удается выделить его всего от 16 до 18 %. Содержит жирные кислоты – как ненасыщенные, так и полиненасыщенные: пальмитиновую, олеиновую, стеариновую и льномасляную. Из полиненасыщенных кислот важны для нас арахидоновая и линолевая кислоты. Помимо кислот, в хлопковом масле есть токоферолы (витамины А и Е), витамины F, витамины группы В, РР. Фитостеролы снижают уровень холестерина. Белков и углеводов в хлопковом масле нет, зато жиров предостаточно. Оно чрезвычайно калорийное. В 100 г продукта содержится 898 ккал. Жирные кислоты, содержащиеся в масле хлопчатника, смягчают кожу, возвращают ей гладкость, эластичность, благотворно действуют на волосы. В этом плане его действие аналогично действию других масел. Его добавляют в шампуни, сыворотки, лосьоны, маски, бальзамы.

Хлопковое масло в составе косметических композиций:

– стимулирует кровообращение, и фолликулы волос пробуждаются;

- волосы после применения таких средств становятся гладкими, послушными, шелковистыми, блестящими;

- в составе пеномоющих средств для тела стимулирует обменные процессы, защищает кожу от вредного ультрафиолета, смягчает и питает ее, заживляет мелкие порезы, царапины;

- добавленное в жидкое мыло оно защищает кожу от обветривания или обморожения, от вредного воздействия хлорированной воды;

- быстро впитывается, смягчая кожу.

В шампунях его содержание 5 – 10 %, в некоторых случаях даже 15 %.

***Масло из абрикосовых косточек.*** Абрикосовые деревья культивируются уже более 3000 лет. Масло из абрикосовых косточек – это светлая жидкость, обладающая легким и ненавязчивым запахом очищенных ядер абрикоса. Получают абрикосовое масло путем холодного прессования, поэтому хранить его рекомендуется в прохладном темном месте в плотно закрытых емкостях. При правильном хранении срок хранения абрикосового масла может составлять от шести месяцев до одного года. В косточках абрикоса масла содержится от 35 до 60 %. Оно имеет низкую кислотность и небольшую вязкость, что делает его подходящим, например, для жирной и смешанной кожи, которая не терпит тяжелых текстур.

В составе масла присутствует целый комплекс жирных кислот (насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные), обеспечивающих регенерацию клеток эпидермиса, в том числе линолевая, альфа-линолевая, арахидовая, олеиновая, эйкозеновая, а также фосфолипиды. Абрикосовое масло – ценный источник витаминов (А, группы В, С, Е, F – в активной форме), которые являются сильнейшими антиоксидантами, защищающими кожу от окислительного стресса.

Соли магния, калия, железа, кальция, натуральный воск, триглицериды и пектиновые соединения делают продукт уникальным питательным средством для лечения кожных заболеваний и использования в косметологии.



*Рис. 107. Плоды и косточки абрикоса*

Масло из абрикосовых косточек способствует оздоровлению и полноценно ухаживает за сухой, тонкой, чувствительной и обезвоженной кожей. Считается, что абрикосовое масло можно использовать при любом типе кожи, а особенно при уходе за кожей осенью. Если цвет лица тусклый и кожа выглядит нездоровой, то абрикосовое масло поможет справиться с проблемой. Абрикосовое масло издавна применяется для ухода за кожей младенцев, вводится в пеномоящие композиции для детей.

Масло из абрикосовых косточек в составе косметических композиций:

- идеально подходит для ухода за утомленной, дряблой кожей со сниженной упругостью и тонусом;

- помогает ороговевшим чешуйкам поверхностного слоя кожи отслаиваться, обновляя эпидермис;

- способствует синтезу эластиновых и коллагеновых волокон, благодаря чему является прекрасным средством профилактики старения кожи;

- калий в составе масла помогает удерживать влагу в клетках кожи;

- магний положительно действует на работу кровеносных сосудов;

- абрикосовое масло восполняет потерю кожного жира при мытье головы, защищает ее от негативного влияния окружающей среды.

### 3.1.7. Консерванты, регуляторы pH и вязкости

#### *Консерванты в пеномоющих косметических средствах.*

Фундаментальной основой всех косметических законодательств в современном мире является концепция безопасности. Одним из главных требований к безопасности косметического средства является отсутствие в нем потенциально опасных микроорганизмов в течение всего срока применения продукта. Косметические средства могут подвергаться воздействию самых различных микроорганизмов. Молочнокислые бактерии (лактобактерии) могут вызывать вспенивание и разбухание упаковки. Плесень разрастается в колонии, видимые невооруженным глазом, и вырабатывает канцерогенные токсины. Бактерии *Pseudomonas* выделяют слизь, *Enterobacteriaceae* – вызывают фазовое разделение, а дрожжеподобные грибки при брожении источают весьма неприятный запах. Некоторые микроорганизмы потенциально патогенны, например *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*. Нередко они становятся причиной конъюнктивита. *Candida albicans* могут поселиться на коже и вызывать грибковые заболевания.

*Консерванты – это вещества, вводимые в состав косметических средств, которые замедляют рост и развитие бактерий, плесневых грибов и дрожжей, снижают скорость обмена веществ в них или полностью уничтожают микроорганизмы.*

Согласно действующему законодательству косметические средства должны сохраняться по меньшей мере в течение 30 месяцев, для конкретного продукта это определяется сроком годности, который указывается на упаковке. Нередко потребители продолжают использовать средства на протяжении многих месяцев с момента вскрытия упаковки.

Действие консерванта подразделяют:

- на фунгистатическое (угнетающее грибы);
- бактериостатическое (угнетающее бактерии);
- фунгицидное (убивающее грибы);
- бактерицидное (убивающее бактерии).

Такое разделение условно. Результат зависит от концентрации консерванта и времени его действия.

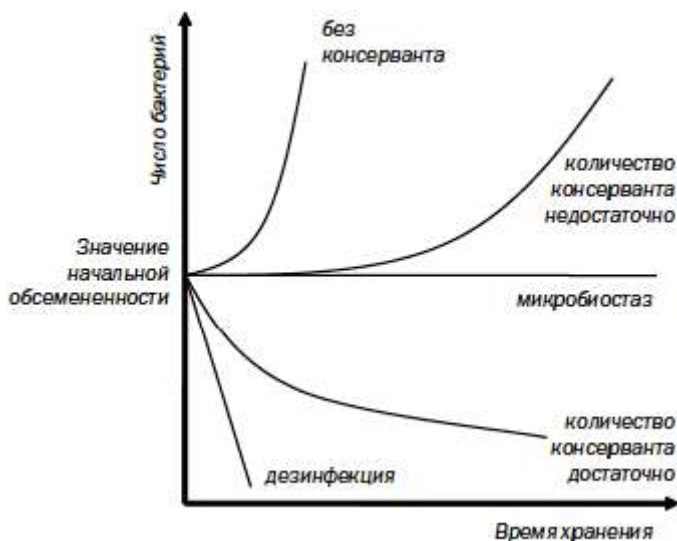


Рис. 108. Схема динамики числа микроорганизмов в модельной системе в зависимости от концентрации консерванта

Главное отличие дезинфектантов от консервантов заключается в высокой скорости уничтожения микроорганизмов, например от десятка секунд до нескольких минут. Как правило, дезинфектанты обладают очень широким спектром антимикробного действия.

В связи с четкой зависимостью доза – действие введение консервантов в косметические средства имеет смысл только тогда, когда они добавляются в достаточном количестве. Если процесс попадает на экспоненту, то уже трудно остановить его, тут уже не помогут большие дозы.

Консервантом нельзя компенсировать нарушение гигиены производства. Кроме того, консервант является достаточно дорогостоящим ингредиентом, и производители из экономических соображений, а иногда из благих намерений снижают необходимую дозу, что приводит к микробному кризису производства. Причиной возникновения устойчивости к консервантам является длительное или повторяющееся воздействие на микроорганизмы консерванта в низких концентрациях, возможность возникновения на частях оборудования устойчивой био-

пленки, малопроницаемой для антимикробных веществ. Возможна также быстрая инаktivация консерванта какими-либо компонентами системы.

Антимикробное действие консервантов определяется его воздействием на ряд процессов живой клетки: на механизмы транспорта питательных веществ, клеточные оболочки и мембраны, активность ферментов, синтез белка, процессы с участием ДНК. Консервант должен обладать определенными липофильными свойствами, в то же время для антимикробного действия он должен хорошо растворяться в воде, поскольку развитие микроорганизмов происходит исключительно в водной фазе. Эффективность каждого консерванта неодинакова в отношении разных микроорганизмов и зависит от pH, температуры, наличия некоторых ингредиентов, а также от концентрации.

Требования к консервантам:

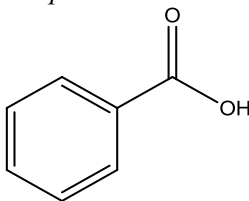
- широкий спектр активности (эффективное действие против грамположительных и грамотрицательных бактерий, плесени и дрожжей);
- высокая скорость уничтожения микроорганизмов на протяжении всего срока хранения продукта;
- безопасность использования с точки зрения физиологии в допустимых дозах;
- совместимость со всеми компонентами продукта и материалом упаковки;
- отсутствие цвета и запаха;
- хорошая растворимость в воде;
- эффективность в широком диапазоне pH и термостабильность;
- биоразлагаемость;
- технологичность применения;
- экономическая привлекательность.

Консервантов, удовлетворяющих всем этим требованиям, просто не существует, поэтому они подбираются исходя из узкой специфики продукта или используется смесь консервантов. Консервирующими свойствами обладают очень многие химические соединения. Это обусловлено разнообразием рецептур, множеством ограничений по совместимости компонентов, поиском новых соединений с более широким спектром активности. Особенно это связано с современными тенденциями применения натуральных ингредиентов, белковых гид-



ролизатов, масел, морепродуктов, которые активно поглощаются микроорганизмами. Поэтому особой классификации консервантов нет, они относятся к традиционным классам соединений – спиртам, органическим кислотам и их солям, галогенсодержащим соединениям, сложным эфирам и т. д. В данной главе мы рассмотрим основные консерванты, применяемые в пеномоющих средствах косметического назначения. При этом будем использовать следующие аббревиатуры МДД – максимально допустимая доза и ИК – используемая концентрация.

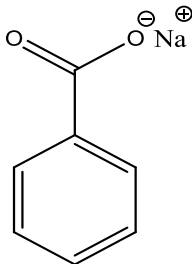
**Бензойная кислота** ( $C_6H_5COOH$ ) – INCI: *BENZOIC ACID* – простейшая одноосновная карбоновая кислота ароматического ряда:



Хорошо растворима в жирах, малорастворима в воде. Активны только недиссоциированные формы, поэтому используется при pH от 3 до 5. Активна против дрожжей, плесневых грибов, бактерии угнетаются частично (бактериостатическое действие). Пищевой консервант, в косметических средствах применяется как консервант жиров и масел, пилингов, в средствах для удаления веснушек, пигментных пятен. Несовместима с неионными ПАВ. Инактивируется солями железа. Эффективна в сочетании с антибактериальными консервантами.

ИК 0,5 %. МДД 0,5 %.

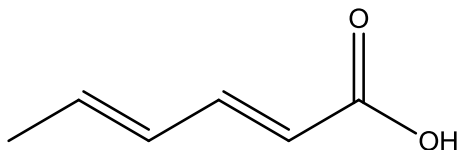
**Бензоат натрия**  $C_6H_5COONa$  (пищевая добавка E211) – INCI: *Sodium Benzoate* – натриевая соль бензойной кислоты:



Активен против дрожжей, плесени, менее активен против бактерий. Хорошо растворим в воде. Оптимальная область pH от 3 до 4. Недиссоциированная форма более активна. Применяется как антисептик и консервант в пищевой промышленности и в широком спектре косметических средств.

ИК 0,2–0,3 %. МДД 0,5–1 %.

**Сорбиновая кислота**  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$   
(пищевая добавка E200) – INCI: *Sorbin acids* – *транс-2,4-гексадиеновая кислота*:

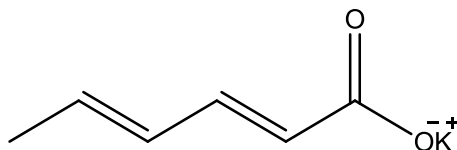


Бесцветные кристаллы, плохо растворимые в воде. Сорбиновая кислота является природным консервантом. Впервые получена А. В. Гофманом в 1859 г. из сока рябины (*Sorbus aucuparia*).

Проявляет активность против плесени, грибов, умеренную – против дрожжей, низкую – против бактерий. Угнетает важные ферменты углеводного обмена клетки. Недиссоциированная форма активна. В рецептурах добавляют сорбат калия (натрия), затем уменьшают pH и получают кислоту.

ИК 0,10,3 %. МДД 0,6 %.

**Сорбат калия** ( $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOK}$ ) – INCI: *Potassium sorbate* – *калиевая соль сорбиновой кислоты*:

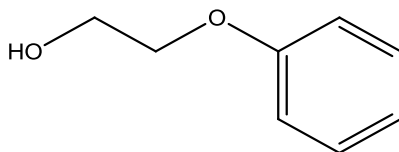


Получается методом нейтрализации сорбиновой кислоты гидроксидом калия. Широко применяется в качестве консерванта (E202) в пищевых продуктах. В отличие от сорбиновой кислоты хорошо растворяется в воде.

Бесцветные игольчатые кристаллы. Оказывает мягкое водействие, не раздражает кожу. Активность повышается в присутствии парабенов и бензоата натрия. Угнетает дрожжи, плесневые грибы, некоторые бактерии. Проявляет антимикробное действие в широком спектре,  $\text{pH} = 2 - 6,5$ . Используется для водорастворимых изделий, в пенообразующих композициях (шампуни, гели), может применяться в эмульсионных системах. В косметических средствах играет роль увлажняющего компонента.

ИК 0,1–0,3 %. МДД 0,6 %.

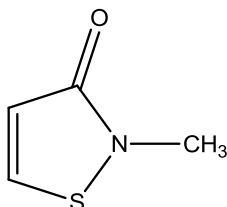
**Феноксизтанол** ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ) – INCI: *Phenoxyethanol*, *Ethylhexyl Glycerin*, *Euxyl 9010*, *EcoStat ENG* – это монофениловый эфир этиленгликоля:



Получают феноксизтанол из фенола в процессе реакции фенола с этиленоксидом в щелочной среде. Представляет собой прозрачную жидкость с характерным запахом. Хорошо растворяется как в воде, так и в маслах. Водный раствор имеет показатель  $\text{pH}=6,5$ . Обладает хорошими антимикробными свойствами. В косметике используется в качестве консерванта. Зачастую применяется в комбинации с парабенами. Обладает широким спектром воздействия на бактерии, дрожжи и плесневые грибы, работает в  $\text{pH}$ -диапазоне от 6 до 10. Благодаря своей универсальности феноксизтанол востребован в технологии косметики.

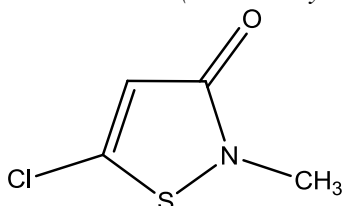
ИК 0,5–1 %. МДД 1 %.

**Метилизотиазолинон** (*methylisothiazolinone*):



Достаточно распространенный консервант, который широко применяется в разнообразных косметических средствах, в том числе в пеномоющих композициях.

***Хлорметилизотиазолинон (chlormethylisothiazolinone):***



Это консервант натурального происхождения, используется в пищевой промышленности и при производстве косметических средств, а также как антимикробное и противогрибковое средство. Хлорметилизотиазолинон проявляет активное действие против грамположительных бактерий, используется в смеси с другими консервантами. В очень редких случаях он может вызывать аллергию и дерматит. Часто применяется в смеси с метилизотиазолиноном. Является формальдегид-выделяющим консервантом. Добавляется в шампуни, жидкое мыло для рук, гели для душа и т. д.

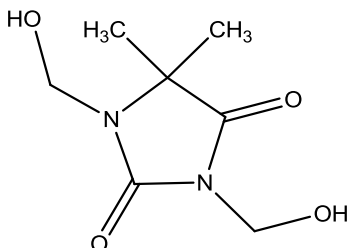
***Смесь метилизотиозолинона и хлорметилизотиазолинона.***

Эта смесь лежит в основе смесового консерванта КАТОН CG (Kathon CG). Хлорметилизотиазолинон и метилизотиазолинон – одни из самых мощных консервантов: минимальная ингибирующая концентрация очень мала – 0,2–8 ppm (мг/дм<sup>3</sup>), т. е. примерно в десять раз меньше, чем у других известных консервантов. Однако клинические и статистические исследования показали, что эти вещества могут вызывать аллергические реакции, сенсибилизацию и контактный дерматит. Правда, следует отметить, что в клинических исследованиях использовали на порядок большие концентрации консерванта по сравнению с теми, что разрешены в косметике.

Очень широкий спектр активности pH (от 2 до 11) против всех микроорганизмов. Подавляет рост клетки за счет ингибирования сразу нескольких ферментов, циклометаболизма. Чаще всего используется при производстве гелей для душа, шампуней и других пеномоющих средств. Эта смесь выдерживает температуру не более 60 °С.

ИК 0,005–0,01 %. МДД 0,01 %.

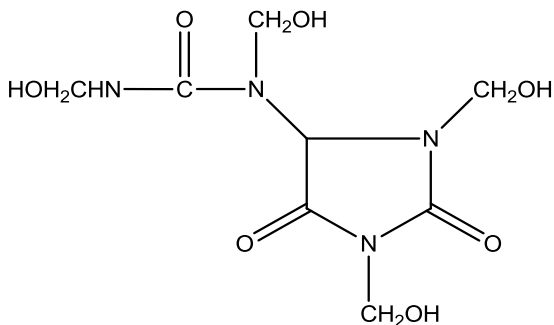
*ДМДМ гидантоин – INCI: DMDM Hydantoin:*



Гидантоин относится к группе формальдегидвыделяющих консервантов, но токсикологический профиль его не вызывает опасений. Использование этого консерванта глобально одобрено в Европе, США, Японии. ДМДМ гидантоин – высокоэффективный консервант при низких концентрациях ввода в рецептуру. Он эффективен в широком диапазоне pH, стабилен до температуры 80 °C, идеален для смываемых и несмываемых продуктов, не имеет запрета использования для детской косметики. Растворим в воде и пропиленгликоле. Активен по отношению к бактериям, но малоэффективен против дрожжей и грибов. Может взаимодействовать с УФ-фильтрами. Обычно используется в комбинации с фунгицидными консервантами. Является формальдегидвыделяющим консервантом. Скорость высвобождения определяется его количеством, рецептурой, длительностью и температурой хранения. Используется в производстве шампуней, кондиционеров и гелей для волос, средств ухода за кожей.

ИК 0,2 – 0,4 %. МДД 0,6 %.

*Диазолидинилмочевина:*



Хорошо растворима в воде, совместима с большинством косметических ингредиентов. Оптимальный интервал pH от 3 до 9. Эффективна против грамотрицательных бактерий, малоактивна против грибов. Является формальдегидвыделяющим консервантом.

ИК 0,25 – 0,3 %, МДД 0,5 %.

Известные консерванты – эфиры пара-оксибензойной кислоты (парабены) – в настоящее время практически не используются в пеномоющих композициях. Их свойства и применение будут проанализированы при рассмотрении косметических эмульсионных систем.

**Регуляторы pH.** Водородный показатель pH является важнейшей характеристикой косметических средств. Согласно недавним исследованиям активность ферментов, принимающих участие в синтезе церамидов в роговом слое, зависит от pH. В ряде экспериментов было показано, что восстановление поврежденного барьера происходит гораздо медленнее в условиях обработки буферным раствором с pH 7,4, нежели с pH 5,5. Более того, оказалось, что pH существенно влияет на ламеллярные структуры межклеточных липидов рогового слоя: при pH менее 4,5 и более 6,0 происходит дестабилизация этих структур, что приводит к изменению их проницаемости (рис. 109). Это обстоятельство объясняет известное клиническое наблюдение, касающееся повышенной сухости кожи в случае использования нейтральных и щелочных моющих средств по сравнению со слабокислыми очищающими препаратами. Таким образом, вторая важная роль, отведенная pH на поверхности кожи, – это контроль за состоянием липидного барьера.

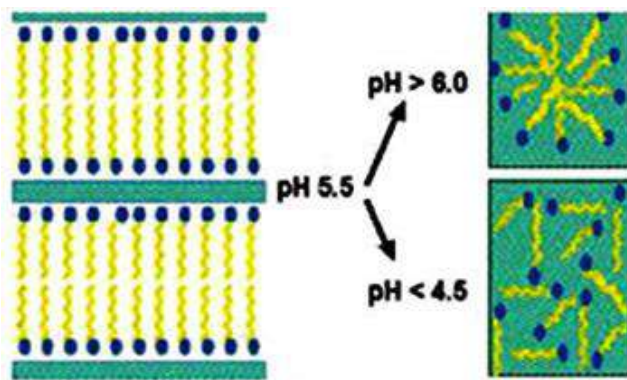
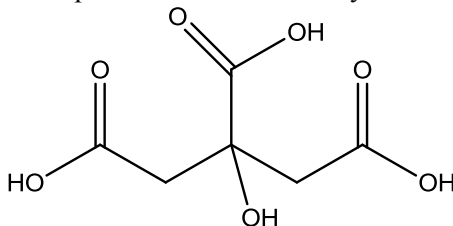


Рис. 109. Влияние pH на структуру ламеллярных липидов рогового слоя

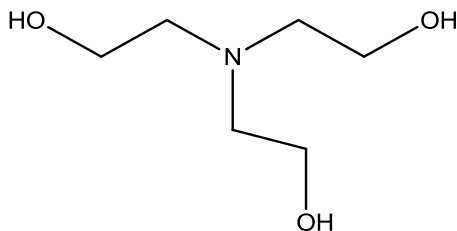
В пеномоющих композициях это показатель, обязательно определяемый по ГОСТ. Использование ПАВ чаще всего приводит к повышению pH, необходимо смещать его в более кислую область. Известно, что при pH выше 9,5 волосы начинают разрушаться.

Для понижения pH чаще всего используют **лимонную кислоту**:



Это кристаллическое вещество белого цвета, температура плавления 153 °С. Хорошо растворима в воде, растворима в этиловом спирте, малорастворима в диэтиловом эфире. Соли и эфиры лимонной кислоты называются *цитратами*, они обладают поверхностной активностью. Лимонная кислота вводится в рецептуры в виде водного раствора, или ее расчетное количество добавляется непосредственно в водную фазу вместе с другими растворимыми ингредиентами.

Для сдвига pH в щелочную область используется **триэтаноламин**:



Это бесцветная жидкость смешивается с водой во всех отношениях, слабое основание. Обладает поверхностной активностью, в пеномоющих составах может использоваться как со-ПАВ.

**Регуляторы вязкости.** Реологические характеристики пеномоющих средств играют важную роль в процессе применения, нанесения, фасовки и во многом определяют успех средства у потребителя. Обычно для загущения композиции используется **хлорид натрия** *NaCl*, применение которого приводит к образованию гидратных обо-

лочек вокруг ионов и связыванию молекул воды. Содержание хлорида натрия не превышает 6 %, однако чаще всего используется от 1 до 3 %.

Увеличивает вязкость и использование со-ПАВ. В последние годы появились бессолевы шампуни, вязкость которых обеспечивается природными полимерными загустителями, такими как полисахариды – альгинаты, каррагенан, ксантан, камеди, а также синтетическими загустителями и гелеобразователями на основе редко сшитых полимеров и сополимеров акриловой и метакриловой кислот (Cross-polymers).

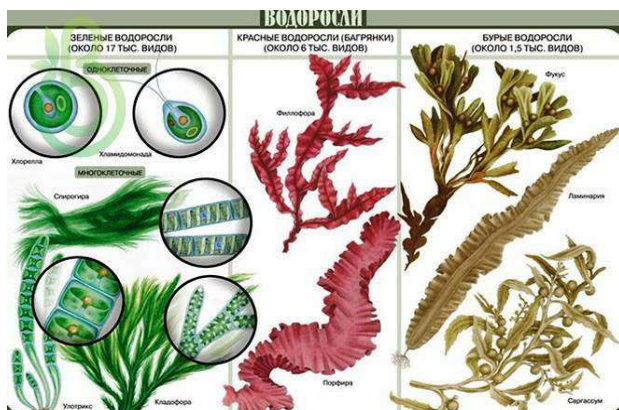
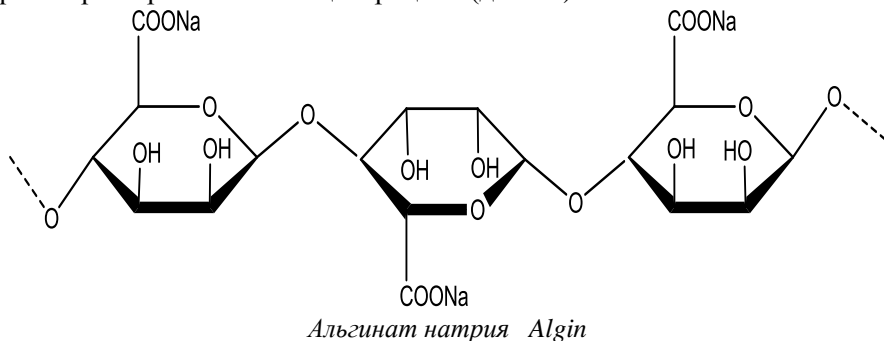


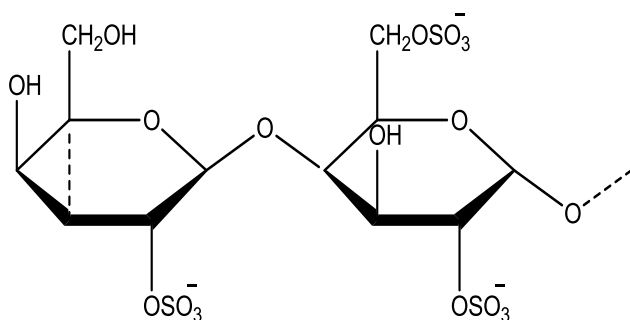
Рис. 110. Морские водоросли – сырье для производства загустителей

Механизм их действия будет подробно рассмотрен нами при анализе свойств и получения косметических гелей. Действие природных загустителей связано с образованием ими высоковязких водных растворов при малых концентрациях (до 1 %).



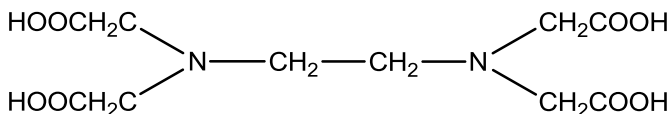


Природные загустители в основном производятся из красных и бурых морских водорослей – ламинарии, ирландского мха. Их использование имеет свои достоинства и недостатки. К достоинствам можно отнести: большой опыт использования их в пищевой промышленности, возможность применения в натуральной косметике, нетоксичность, высокую вязкость водных растворов. К недостаткам относятся сложность стандартизации и очистки, аллергические реакции у людей с чувствительным типом кожи и привлекательность для микроорганизмов. Вместе с тем эти продукты увеличивают функциональность косметических средств, повышая увлажняющее и регенерирующее действие.



*Каррагенан*

**Комплексообразователи.** Для смягчения воды, связывания ионов тяжелых металлов во многих пеномоющих средствах используется **этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА)**:



Дезактивируя ионы металлов, этот компонент увеличивает прозрачность композиции и ее устойчивость к микробному заражению. Чаще всего этот ингредиент применяют в виде дигидрата двуназриевой соли (комплексон III, трилон Б,  $\text{Na}_2\text{-ЭДТА}$ ).

**Вода.** Вода является основным ингредиентом пеномоющих косметических средств – ее содержание для некоторых простых рецептов достигает 85 %. К качеству этого ингредиента и чистоте предъявляются высокие требования. До недавнего времени на предприятиях использовали дистиллированную воду. Однако этот продукт в связи с высокими энергозатратами достаточно дорогой. В современном производстве используют деминерализованную воду, очищенную на установках обратного осмоса.

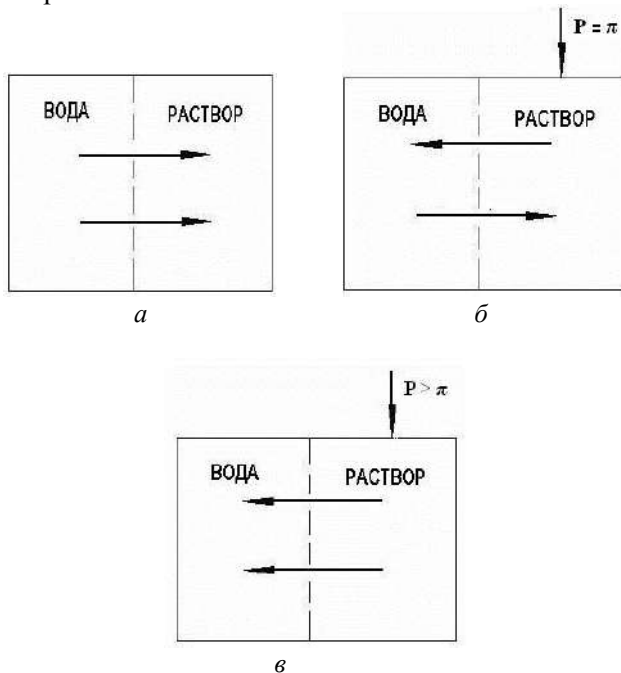


Рис. 111. Схема осуществления осмоса

Обратный осмос заключается в фильтровании растворов под давлением, превышающим осмотическое, через полупроницаемые мембраны, пропускающие молекулы воды, но задерживающие молекулы или ионы растворенных низкомолекулярных веществ. Если отделить воду от водного раствора полупроницаемой мембраной, то вода будет самопроизвольно переходить в сторону раствора. Это обыч-

ный, или, как стали называть его в последние годы, *прямой осмос* (рис. 111а).

Если приложить к раствору давление, равное осмотическому, то наступает равновесие: сколько воды переходит слева направо, столько же и справа налево (см. рис. 111б). Если давление, прилагаемое к раствору, больше осмотического, то будет происходить течение воды из раствора в сторону чистой воды, т. е. в направлении, обратном направлению течения воды в прямом осмосе (см. рис. 112в).

Из такой упрощенной схемы следует, что движущей силой обратного осмоса является разница между приложенным гидростатическим давлением и осмотическим давлением раствора. При практическом проведении обратного осмоса мы сталкиваемся с тем, что почти никогда мембраны не обладают идеальной полупроницаемостью, т. е. не полностью задерживают молекулы и ионы растворенных веществ. К тому же со стороны раствора возникает явление концентрационной поляризации, из-за которой концентрация растворенных веществ у поверхности мембраны больше, чем в объеме раствора. Наконец, давление со стороны воды может быть больше атмосферного из-за гидравлического сопротивления дренажного канала. Поэтому более строгая запись выражения для движущей силы обратного осмоса  $\Delta p$  имеет следующий вид:

$$\Delta p = p - (\pi_3 - \pi_2),$$

где  $p$  – разность гидростатического давления над раствором и растворителем (пермеатом);  $\pi_3$  – осмотическое давление разделяемого раствора у поверхности мембраны;  $\pi_2$  – осмотическое давление пермеата, т. е. воды (с некоторой примесью растворенных веществ), перешедшей через мембрану. Величину  $p$  обычно называют *рабочим давлением*. Для расчета движущей силы необходимо уметь определять осмотическое давление.

Надежных методов расчета осмотического давления многокомпонентных растворов нет. Однако в разбавленных растворах сильных электролитов без существенной погрешности можно считать осмотическое давление равным сумме осмотических давлений составляющих компонентов. В практике обратного осмоса осмотические давления растворов варьируются от нескольких килопаскалей до нескольких мегапаскалей, а рабочее давление – от десятков долей мегапаскаля до 5 – 7 МПа. Несмотря на сравнительно высокие рабочие давления, обратный осмос оказывается энергетически выгоднее боль-

шинства других массообменных процессов и даже многокорпусного выпаривания.

Работу, необходимую для продавливания воды через мембрану (А), можно представить как произведение рабочего давления на объем прошедшей через мембрану воды  $V$ . Посмотрим, какова будет работа на продавливание  $1 \text{ м}^3$  воды при сравнительно высоком рабочем давлении  $5 \text{ МПа}$ :

$$A = \Delta p \cdot V = 5 \cdot 10^6 \text{ Н} / \text{м}^2 \cdot \text{м}^3 = 5 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

Это теоретическая работа продавливания. С учетом коэффициентов полезного действия насоса и двигателя, потерь энергии с отходящим концентратом, затрат на преодоление трения и местных сопротивлений в установке обратного осмоса реальный расход энергии составит  $(10\text{--}20) \cdot 10^6 \text{ Дж}$ . Это на полтора порядка меньше, чем при выпаривании  $1 \text{ м}^3$  воды в многокорпусной выпарной установке с оптимальным числом корпусов. Сравнительно малые затраты энергии в обратном осмосе объясняются тем, что разделение осуществляется без фазовых превращений и почти всегда при температуре окружающей среды. Следует отметить и простоту конструкции установок обратного осмоса, которые включают только два основных элемента – мембранный аппарат и насос. Схема простейшей установки обратного осмоса представлена на рис. 112.

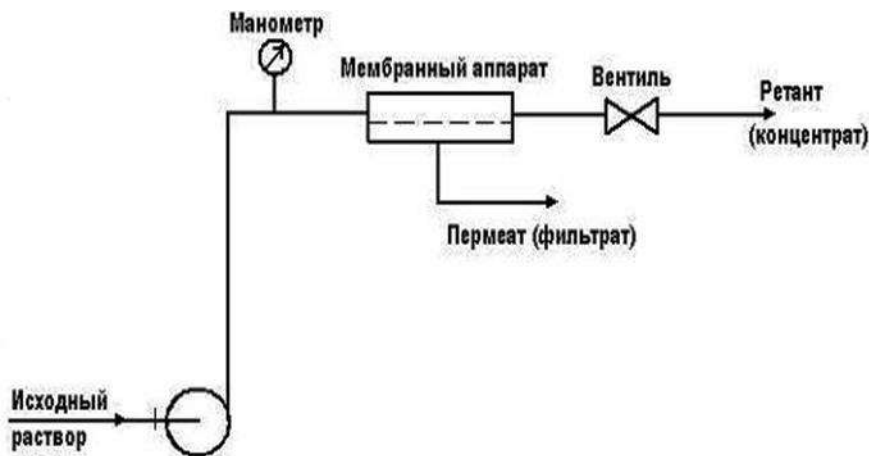


Рис. 112. Схема установки обратного осмоса

Исходный раствор подается насосом в напорный канал мембранного аппарата, где разделяется на два потока – прошедший через мембрану (пермеат, или фильтрат) и задержанный мембраной (ретант, или концентрат). Необходимое рабочее давление в системе поддерживается с помощью вентиля на линии концентрата и контролируется по манометру.

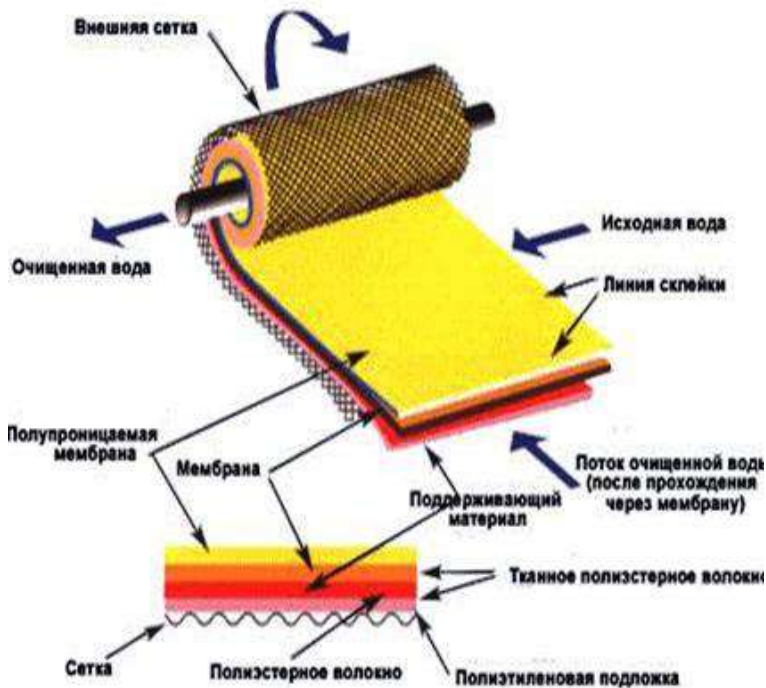
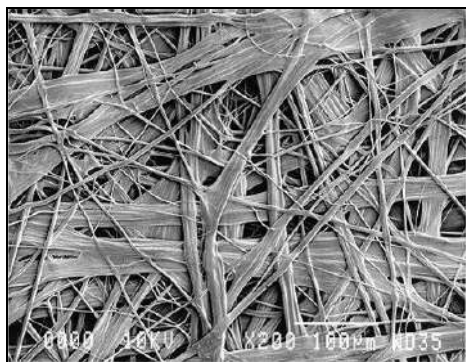


Рис. 113. Обратноосмотическая синтетическая мембрана

Промышленное значение обратный осмос приобрел в 60-х годах XX в., когда были созданы анизотропные ацетатцеллюлозные мембраны. Ацетатцеллюлозные мембраны для обратного осмоса состоят из активного слоя с порами размером порядка  $15\text{--}25 \text{ \AA}$  и толщиной в десятые доли микрона и крупнопористого подслоя толщиной порядка 100 мкм. Слои эти слиты в единое целое, и между ними имеется переходная область. Активный слой контактирует с разделяемым раствором и обеспечивает селективные свойства мембраны, а толстый

подслои придает мембране прочность, практически не оказывая гидравлического сопротивления потоку пермеата. Благодаря этому ацетатцеллюлозные мембраны характеризуются приемлемо высокими значениями селективности и удельной производительности. Селективность выражается в долях единицы (или процентах) и характеризует долю (процент) растворенного вещества, задержанного мембраной.



*Рис. 114. Микрофотография ацетатцеллюлозной мембраны*

Удельная производительность  $G$  выражается как количество жидкости, проходящей в единицу времени через единицу рабочей поверхности мембраны. При этом под рабочей поверхностью понимается поверхность, контактирующая с разделяемым раствором (часть общей поверхности мембран находится под герметизирующими прокладками или в области склейки мембранных элементов и не участвует в процессе обратного осмоса). Удельная производительность обычно представляется в следующих размерностях:  $[\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}]$ ,  $[\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}]$ ,  $[\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}]$ . Порядок величин в этих размерностях – десятки и сотни.

В системе СИ размерность  $G$  –  $[\text{м}/\text{с}]$  или  $[\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}]$ . Здесь получаются величины малых порядков, поэтому чаще пользуются указанными внесистемными размерностями. В табл. 4 приведены характеристики первых отечественных промышленных мембран для обратного осмоса, изготовленных в НПО «Полимерсинтез» (г. Владимир). Данные получены при температуре  $t = 20^\circ\text{C}$  и рабочем давлении  $p = 5 \text{ МПа}$ .

Таблица 4

Паспортные данные мембран серии МГА

| Марка мембраны                         | МГА-80 | МГА-90 | МГА-95 | МГА-100 |
|--|--------|--------|--------|---------|
| $\Phi$ и на 0,5 % раствора NaCl, %     | 80     | 90     | 95     | 97,5    |
| G по чистой воде, л/м <sup>2</sup> · ч | 31,3   | 18,8   | 15,6   | 10,4    |

Аббревиатура МГА означает «мембрана гиперфильтрационная ацетатцеллюлозная». Связано это с тем, что в 70-х годах прошлого века, когда эти мембраны были разработаны, обратный осмос иногда называли гиперфильтрацией. Позднее начали выпускать ацетатцеллюлозные мембраны на подложках, у которых при такой же селективности удельная производительность в 2–4 раза выше. Например, мембрана МГА 95 П-Т (МГА – 95 на тканой подложке) имеет при температуре  $23 \pm 2$  °С и рабочем давлении 5 МПа на 0,5 % растворе NaCl удельную производительность 1400 л/м<sup>2</sup> ·сут (58 л / м<sup>2</sup> ·ч).

В настоящее время все большее распространение получают композитные мембраны, состоящие обычно из 3, а иногда из 4 слоев. Например, композитная обратноосмотическая полиамидная мембрана ОПАМ–К имеет строение, представленное на рис. 115. Благодаря небольшой толщине активного слоя в таких мембранах и отсутствию переходной области между микропористым и макропористыми слоями, такие мембраны имеют удельную производительность порядка 100 л / м<sup>2</sup> ·ч.

Кроме полимерных мембран, в обратном осмосе иногда используют мембраны из неорганических материалов, например из стекла. Важно лишь, чтобы мембрана была гидрофильной и пористой. Мембраны из стекла, а также полимерные мембраны в некотором диапазоне давлений ведут себя как жесткие: не деформируются, не уплотняются при увеличении давления. При больших давлениях полимерные мембраны сначала подвергаются упругой деформации, т. е. при работе под давлением сжимаются, при сбросе давления – расширяются до первоначальной величины.

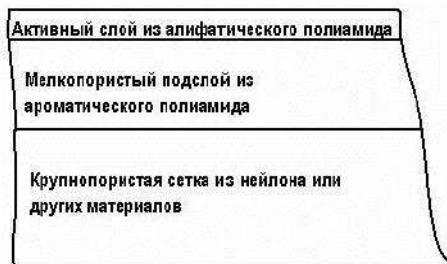


Рис. 115. Схема строения композитной мембраны

При высоких давлениях полимерные мембраны подвергаются усадке (необратимой деформации). При этом размер пор и удельная производительность уменьшаются. В промышленных условиях столь высокие давления обычно не применяются. При проведении лабораторных исследований полимерные мембраны иногда специально подвергаются усадке, чтобы в дальнейшем при пониженных давлениях они вели себя как жесткие. С каждым годом обратный осмос все шире используется в промышленности и быту, в пищевых и парфюмерно-косметических производствах.

Характеристики воды на выходе из установок обратного осмоса зависят от качества воды, необходимого объема для производства, типа установки и мембран. В качестве ориентира можно использовать ГОСТ Р58144-2018 «Вода дистиллированная».

## 3.2. Принципы рецептуростроения и особенности технологии пеномоющих косметических средств

### 3.2.1. Шампуни

Шампуни представляют собой один из наиболее крупнотоннажных продуктов косметической промышленности, и рынок их постоянно растет. Если сначала к шампуням относились исключительно как к средствам гигиены, то в дальнейшем рынок потребовал от них дополнительных свойств – более мягкого ухода, отсутствия раздражающих свойств, наличия биологически активных, функциональных и эстетических добавок. Сегодня шампунь – один из самых востребованных



ванных продуктов, к которому предъявляются самые высокие требования.

### 3.2.1.1. Классификации шампуней

Общепринятой классификации шампуней на сегодняшний день нет, поэтому приведем несколько наиболее известных.

*Классификация по типу волос*, для которых предназначены шампуни: для сухих, жирных, нормальных, смешанных (жирные корни/сухие кончики), поврежденных, окрашенных, ослабленных, тонких, толстых и др.

На первый взгляд самыми распространенными должны быть шампуни для нормальных волос. На практике же нормальные волосы встречаются довольно редко – ведь любая особенность волос делает их отличными от нормальных и требует дополнительного ухода. Сухие волосы требуют, кроме мягкой моющей субстанции, наличия увлажняющих добавок, таких как масла, растительные экстракты, солнцезащитные факторы, провитамин В<sub>5</sub> и др. Шампуни для жирных волос тоже не должны содержать жесткой моющей субстанции, так как постоянное обезжиривание в результате вызывает усиление работы сальных желез. Такие шампуни содержат добавки, уменьшающие выработку сала, например, за счет сужения протоков сальных желез. Подобным действием обладают препараты серы, экстракт какао-бобов, крапивы, репейника и др. Шампуни для поврежденных волос содержат в обязательном порядке кондиционирующие составляющие, способствующие транспорту биодобавки к поврежденному участку и фиксации ее на волосе. Из биодобавок наиболее эффективны протеины и их производные (кератин), церамиды.

*По половому и возрастному признаку (довольно редкое деление)*: мужские, детские, женские, семейные.

Детские шампуни обладают максимально мягкой моющей субстанцией, почти не содержат красителей и консервантов, слишком активных биодобавок и не имеют резкого запаха. Они должны быть гипоаллергенными и не должны вызывать раздражения кожи головы и слизистой оболочки глаз.

*По внешнему виду*: жидкие, кремообразные, желеобразные, сухие (применяемые как с разведением, так без него), в аэрозольной упаковке.

*Лечебные:* против выпадения волос, против себореи, перхоти, для аллергиков и др. (по приблизительным оценкам на долю этих шампуней приходится около 23 % рынка).

*По глубине очищения:* мягкие, для ежедневного применения, для глубокой очистки.

*По оказываемому дополнительному эффекту:* кондиционирующие, красящие, защитные (в том числе солнцезащитные), восстанавливающие, увлажняющие, пилинговые.

Солнцезащитные, в свою очередь, можно выделить в отдельную группу, куда также войдут и шампуни для посещающих бассейны (с добавлением, например, касторового масла для защиты от хлорки), нередко такие шампуни содержат защитные пленкообразующие компоненты. В последнее время довольно широкое распространение получили ароматерапевтические шампуни. Такие шампуни содержат натуральные эфирные масла или специальные парфюмерные композиции на основе эфирных масел. Все это позволяет достичь следующих эффектов: антиоксидантного, стимулирующего, усиливающего местное кровообращение, антиперхотной активности, противовоспалительного и др.

Условность приведенных классификаций объясняется тем, что любой современный шампунь сочетает в себе признаки различных групп. Подробный анализ всех возможных добавок и ингредиентов, особенно лечебного назначения, выходит за рамки данного учебного издания.

***Маркетинг, тенденции и перспективы производства шампуня.*** Для того чтобы быть востребованным в условиях насыщенного рынка, современный шампунь должен гармонично сочетать в себе составляющие так называемого образа продукта. Например, если шампунь содержит экстракты цитрусовых — значит, он должен иметь определенный цвет, запах, замутнитель в рецептуре и соответствующее название шампуня и т.д. Образ продукта помогает разработчику в создании косметического средства, это относится не только к шампуням, но и ко всем пеномоющим композициям.



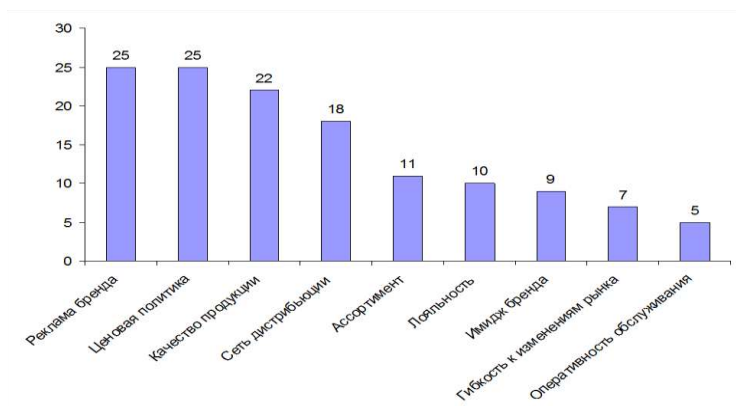
*Рис. 116. Составляющие образа продукта*

Российский рынок косметики и парфюмерии растет и развивается: среднесрочные и долгосрочные прогнозы в целом благоприятны. Принципиально важным является фактор перехода россиян на более высокий уровень удовлетворенности базовых потребностей и изменения культуры потребления парфюмерии и косметики. Особое место на рынке принадлежит сегменту средств по уходу за волосами (занимает 19,3 % косметического рынка, объем продаж составил 1,055,8 млн \$), в рамках которого лидирующие позиции занимает шампунь (84,3 % всего сегмента). Согласно данным Symbol-Marketing, объем московского рынка шампуня насчитывает около 278 млн \$ в год.

Рынок шампуня характеризуется внушительным количеством его марок. Пытаясь удовлетворить потребности рынка, производители вынуждены постоянно предлагать потребителю что-то новое. Российские производители пока не в силах составить западным компаниям серьезную конкуренцию.

**Активные потребители шампуня.** Данные исследований еще раз подтверждают вывод о том, что самыми активными потребителями

шампуня являются люди молодого возраста 16–34 года (43 % от всех потребителей) и люди среднего возраста 35–44 года (22 %). Однако следует заметить, что основная масса марок, присутствующих на рынке, ориентирована на женщин в возрасте от 16 до 35 лет. Естественно, что эти марки находятся в состоянии сильной конкуренции. Большинство рекламодателей апеллируют не только к одним и тем же возрастным, половым и социальным характеристикам, но и к похожим психологическим типам, которые в большой степени определяются возрастными особенностями. Результаты исследования свидетельствуют о том, что существует слабо разработанный, но перспективный сегмент – женщины в возрасте от 45 до 54 лет, который по объему потребления и частоте использования шампуня практически мало чем отличается от более молодых возрастных групп.



*Рис. 117. Факторы конкурентоспособности на рынке парфюмерно-косметической продукции (по 50–балльной шкале)*

В связи с этим представляется целесообразным отечественным производителям обратить внимание на эту возрастную группу, готовую потреблять продукт среднего и выше среднего ценового сегмента.

Наряду с женщинами активными потребителями на рынке шампуня являются мужчины. Однако компания Euromonitor доказала, что производители ориентируются в основном на женщин-потребителей. Так, доля мужского сегмента на мировом рынке косметики и парфюмерии занимает 8 %, на российском – 12 %. Вместе с тем, по данным агентства Symbol-Marketing, объем потребления

шампуня в мужском сегменте в год можно оценить в 109 млн \$. Пик потребления шампуня у мужчин приходится на возраст 25–34 года. С учетом того, что на рынке шампуня отмечается низкий уровень сегментации, отечественному производителю следует обратить большее внимание на потенциальные возможности сегментации рынка шампуня по полу и возрасту.

На рынках России лидируют транснациональные бренды. Уровень известности зарубежных марок среди потребителей намного превышает таковой для отечественных марок. Безусловно, мировые компании имеют большие ресурсные возможности для доминирования на рынке, тем самым в значительной степени сужая возможности отечественных производителей. Отечественным производителям, которые зачастую не в силах противопоставить такие же ресурсы, для продвижения и вывода своих марок необходимо искать обходные пути. А для этого, помимо прочего, требуется более четкое позиционирование своих марок, в частности освоение уникальных рыночных ниш.

При кажущейся острой конкуренции между марками, борющимися за потребителя, существуют социально-психологические ниши, которые при правильном использовании могут смягчить конкуренцию, а следовательно, увеличить эффективность продвижения марок. Даже крупные транснациональные бренды не до конца используют потенциал: находясь в отношениях сильнейшей конкуренции между собой, они оказываются на полке у одного и того же потребителя. То есть существуют социально-психологические ниши, которые при правильном использовании могут смягчить конкуренцию и, следовательно, увеличить эффективность продвижения марок. Психологический тип потребителя является одним из основных факторов выбора той или иной марки шампуня.

Отечественные производители, настроенные на средний ценовой сегмент, сориентированные на определенные возрастные группы, с новой концептуальной идеологией и целевой рекламой при прочих составляющих имеют реальные шансы для своего развития. Присутствующие в стране транснациональные компании имеют богатый опыт производства косметики на экспорт. Ожидается, что в дальнейшем произойдет увеличение объемов экспорта шампуней из России.

### 3.2.1.2. Принципы рецептуростроения шампуней

*Шампуни* представляют собой концентрированные водные растворы сложного состава, которые содержат солибулизированные парфюмерные композиции (отдушки) и иногда масла.

В рецептуру любого современного шампуня входят следующие вещества:

- моющая субстанция (ПАВ и со-ПАВ);
- кондиционирующие компоненты;
- функциональные добавки: регуляторы pH, консерванты, загустители;
- эстетические добавки, придающие шампуню товарный вид;
- биологически активные добавки;
- вода;
- натуральные ингредиенты;
- лечебные компоненты.

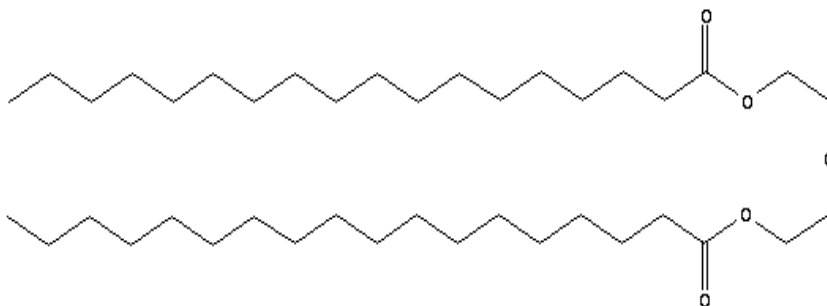
Поверхностно-активные вещества облегчают удаление загрязнений, образуют пену, препятствуют повторному оседанию грязи на волосах; стабилизируют прочие ингредиенты шампуней или поддерживают их в растворенном виде, увеличивают вязкость шампуней.

При производстве шампуня чаще всего используют анионные, цвитттерионные, неионогенные ПАВ: лаурилсульфат аммония (Ammonium Lauryl Sulfate), лауретсульфат аммония (Ammonium Laureth Sulfate), лаурилсульфат натрия (Sodium Lauryl Sulfate), лауретсульфат натрия (Sodium Laureth Sulfate), лаурилсульфат TEA (TEA Layril Sulfate), лауретсульфат TEA (TEA Laureth Sulfate), кокамидо-пропилбетаин, диэтаноламиды кислот кокосового масла, сульфосукцинаты, кокамфоацетат, кокоглюкозид и т. д. Определенные со-ПАВ позволяют получить дерматологически мягкие шампуни с устойчивой интенсивной пеной, которые можно рекомендовать не только для мытья волос, но и для тела. Подробно свойства ПАВ для пеномоющих композиций были рассмотрены нами ранее.

В состав любого шампуня входят *функциональные добавки* – это консерванты, загустители, регуляторы pH. В качестве *регуляторов pH* используется лимонная кислота, реже – молочная кислота и другие кислоты (винная, ортофосфорная). Сдвиг pH в щелочную область возможен при использовании триэтаноламина.

Вязкость и необходимые реологические свойства регулируются применением хлорида натрия и полимерных загустителей и гелеобразователей. Добавка со-ПАВ – диэтаноламида жирных кислот кокосового масла также регулирует вязкость композиции.

В качестве консервантов чаще всего используют смесь метилизотиазолинона и хлорметилизотиазолинона, комплексные консерванты на их основе (Kathon, Sharomix, Neolon), а также бензоат натрия и сорбат калия. С целью повышения товарного вида и для соответствия образу продукта в состав шампуня вводят *эстетические добавки* – это опалесцирующие добавки, замутнители, отдушки и т. д. *Опалесцирующие добавки* используются для придания опалесценции («перламутровости») прозрачным шампуням. Обычно они представляют



*Гликольдистеарат (INCI: Glycol Distearate)*

собой воскообразные продукты, слаборастворимые, но легко диспергирующиеся в шампунях. В качестве перламутровых добавок используются пропиленгликольдистеарат или гликольдистеарат. Перламутровый концентрат представляет собой композицию из вышеупомянутых гликольстеаратов, анионных (например, лауретсульфат натрия) и неионогенных ПАВ (например, диэтаноламида кислот кокосового масла).

*Замутнители* позволяют придать шампуням однородно замутненный внешний вид. Замутнители маскируют визуальные неоднородности продукта и, практически не меняя рецептуры, придают продукту новые потребительские свойства. Их используют и для соответствия образу продукта. В качестве замутнителей используются акриловые сополимеры (INCI: Styrene/Acrylates Copolymer). Эти замутните-

ли совместимы с анионными и неионогенными ПАВ, несовместимы с катионными ПАВ. Разработаны замутнители на основе дисперсий полимеров и для кондиционеров, содержащих катионные ПАВ. В отличие от опалесцирующих и перламутровых добавок замутненные косметические изделия непохожи на традиционные моющие средства и напоминают крем, лосьон или косметическое молочко, питающие и смягчающие кожу. Это соответствует мировым тенденциям в производстве косметических изделий.

*Красители* вводят в состав шампуня с целью достижения гармонии с упаковкой, биодобавкой, названием и ароматом продукта, т. е. они создают «образ продукта», или для маскировки нежелательных оттенков. В шампунь добавляют красители марок CI 14700, CI 15510, CI 19140, CI 42090, CI 60730 и другие с CI.

*Парфюмерные композиции (отдушки)* не только создают «образ продукта», но и нивелируют запах сырья. Самые распространенные направления запахов – цветочный, шоколадный, цитрусовый и другие фруктовые ароматы, травяной, океанский бриз и т. д. Отдушки для шампуней должны быть водорастворимыми или солюбилизированными. Рынок предлагает большой выбор парфюмерных композиций для пеномоющих средств. В последнее время в рецептурах этот компонент именуется как «парфюмерная композиция», однако традиционно используется и эмпирический термин «отдушка».

Любое дополнительное действие, будь то борьба с перхотью или увлажнение сухих волос, предполагает наличие в шампуне *биологически активных веществ* – экстрактов, отваров, витаминов, белковых гидролизатов и других полезных высокомолекулярных соединений, лецитина, хитозана и др. Подробное перечисление всех возможных ингредиентов не входит в задачу данного учебного издания. Большинство таких добавок рассмотрено в начале учебника. Стоит также отметить увлажняющие компоненты, такие как глицерин, пропиленгликоль, полиэтиленгликоли, гиалуроновая кислота, а также специальные лечебные добавки, например против перхоти и алопеции в мужских шампунях, УФ-фильтры, стимуляторы роста волос, антиоксиданты. Белки и белковые гидролизаты, а также другие биополимеры в связи с универсальностью и многофункциональностью их действия будут рассмотрены нами в ч. 2 учебника «Косметические эмульсионные и гелевые системы».



Главная проблема, связанная с биодобавками, – это их концентрация. Эти ингредиенты имеют достаточно высокую стоимость, эффект возможен только при достаточном их содержании в композиции. Поэтому, когда производители рекламируют дорогостоящие ингредиенты в дешевых продуктах, скорее всего это просто маркетинговый ход, поскольку концентрация их слишком мала. В состав шампуня для волос могут входить также компоненты, обеспечивающие защиту волос от ультрафиолета (SPF - sun protection filter), и тепловые протекторы – это компоненты, имеющие в названии приставку thermo, которые защищают волосы от негативного воздействия нагревательных приборов (фен, плойка, термобигуди). Специальные противоперхотные компоненты шампуня используются в средствах с лечебным действием: кетоконазол, климбазол, пироктоноламин, соли цинка и селена, сера, салициловая кислота и др.

ПАВ в шампунях и других пеномоющих средствах могут оказывать неблагоприятное влияние на липидный барьер, вымывая кожный жир (эпидермальные липиды). У химиков–разработчиков косметики существует специальный термин – *пережиривающая добавка (жиритель)*. Пережиривающие добавки часто вводятся в моющие средства с целью обеспечения восстановления липидного слоя. Это растительные масла, животные жиры (редко), ПЭГ-40 гидрогенизированное касторовое масло, ПЭГ-7 глицерилкокоат, высшие жирные спирты. Термин несколько устарел. Ассортимент растительных и эфирных масел, которые используются в пеномоющих средствах, очень широк, некоторые из них описаны в разд. 3.1.6. Поскольку масла широко используются при получении кремов и других эмульсионных систем, с более подробным и обширным описанием их действия можно будет ознакомиться в ч. 2 данного учебника.

Основным компонентом шампуня является вода. Количество воды в шампуне может достигать 80 % и более. Вода должна быть микробиологически чистой, в ней должны отсутствовать соли железа и жесткости (кальция, магния). Соли жесткости уменьшают пенообразование шампуня, железо может разрушать активные добавки и изменять цвет. В современных производствах используют установки обратного осмоса, о которых мы уже подробно рассказывали. С целью умягчения воды, связывания ионов тяжелых металлов при производстве пеномоющих композиций используются хелатирующие агенты – комплексообразователи. Это этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) или ее динатриевая соль – трилон Б.

Следует отметить, что рецептуры обычно приводятся в % на сухое вещество. А ингредиенты часто производятся в виде раствора или пасты. Поэтому необходимо пересчитывать содержание на 100 % компонент или указывать в рецептуре концентрацию использованного продукта в растворе или пасте. Например, наиболее часто используемый ингредиент лауретсульфат натрия может предлагаться на рынке в виде 65–70 % пасты (Техароп) или в виде 28 % раствора (СЭК 282). Это относится и к другим ПАВ и со-ПАВ. Если мы приводим рецептуру в % на безводный компонент, то следует при расчете необходимого количества воды учитывать ту воду, которая содержится в товарном продукте. В рецептурах часто можно встретить сокращение *q.s.* – это означает *quantum satis*, а именно *сколько потребуется, сколько надо*. Точное содержание компонента в этом случае может не указываться. Обычно это относится к консервантам, отдушкам, красителям.

Обобщая большой опыт исследований и разработок на кафедре технологии косметических средств КНИТУ, мы приводим здесь базовую рецептуру шампуня. Содержание ингредиентов показано среднее, оно регулируется производителем исходя из требований безопасности, доступности сырья, финансовых возможностей, соответствия нормативным показателям, «образа продукта».

#### Универсальная базовая рецептура шампуня:

| Компоненты                             | Содержание, % мас. |
|--|--------------------|
| Основное ПАВ                           | 6,0 – 15,0         |
| Со-ПАВ                                 | 3,0 – 5,0          |
| Хлорид натрия                          | 1,0 – 3,0          |
| Экстракты                              | 0 – 5,0            |
| Витамины                               | 0 – 0,2            |
| Кондиционеры                           | 0 – 1,0            |
| Белковые гидролизаты                   | 0 – 1,0            |
| Отдушка                                | 0,4 – 0,6          |
| Перламутровый концентрат               | 0 – 4,0            |
| Консервант                             | 0,05 – 0,5         |
| Регулятор pH (лимонная кислота)        | 0,1 – 0,2          |
| Комплексообразователь (ЭДТА, трилон Б) | 0 – 0,2            |
| Вода                                   | До 100             |

Производство шампуня относится к категории сравнительно простых технологий. В общем случае единицей оборудования является аппарат из нержавеющей стали (реактор-смеситель), снабженный рубашкой для нагрева и охлаждения и перемешивающим устройством (для жидких и кремообразных шампуней устройство мешалки несколько различается). Количество основных варочных аппаратов определяется необходимой производительностью и объемами выпуска продукта.

Все шампуни должны проходить обязательный технический анализ: сначала проводят оценку органолептических показателей – внешнего вида, консистенции, цвета, запаха, которые определяются путем сенсорной оценки, затем исследуют физико-химические характеристики, в том числе показатели безопасности, такие как значения pH, массовая доля сухого вещества, пенообразующая способность, реологические характеристики (вязкость), содержание тяжелых металлов, а также определяют микробиологическую устойчивость. Подробнее об этом можно прочитать в разд. 3.3.

### **3.2.1.3. Основные стадии получения шампуней**

Одним из вариантов алгоритма получения шампуня является приведенная в данном разделе технология.

1. Во всем рассчитанном количестве воды при повышенной температуре (обычно 40–50 °С) растворяют хлорид натрия, лимонную кислоту, водорастворимые витамины, экстракты и другие полезные добавки, добавляют водный раствор красителя. Перемешивание осуществляется при оборотах мешалки 100–150 об/мин до полного растворения компонентов. Время перемешивания определяется эмпирически, а скорость перемешивания – конструкцией перемешивающего устройства, концентрация раствора красителя подбирается в соответствии с образом продукта, температура редко превышает 50 °С и определяется составом ингредиентов.

2. В полученном растворе разводят основное ПАВ, время растворения желательно не более 2 ч, температура и скорость перемешивания остаются постоянными. Время растворения основного ПАВ зависит от его природы, концентрации в рецептуре, содержания в товарном продукте.

3. По достижении однородного распределения основного ПАВ (без сгустков и гелей) при перемешивании добавляются со-ПАВ. Время перемешивания определяется эмпирически и зависит от рецептуры.

4. Выключается нагрев и при 25–30 °С при перемешивании добавляются консервант и отдушка. В связи с высокой летучестью компонентов отдушки нагрев обязательно надо отключить

5. Полученная композиция отстаивается до исчезновения пены. Время отстаивания определяется эмпирически.

Процесс производства шампуня не так прост, как кажется на первый взгляд. Существует ряд эмпирических особенностей, связанных с рецептурой, оборудованием, температурой окружающей среды. Поэтому технологи и разработчики обязательно учитывают это при разработке лабораторного регламента и доводят готовые рецептуры. Вариации технологии: вводятся водорастворимые ингредиенты в водную фазу в сухом виде или в виде раствора, какой концентрации должен быть этот раствор (хлорида натрия, лимонной кислоты, красителя), вводится хлорид натрия в начале или в конце процесса (такая технология тоже используется – хлорид натрия в сухом виде загружается в готовый шампунь и перемешивается). Хлорид натрия может применяться в виде раствора, но в конце процесса композиция «досаливается» до необходимой производителю вязкости. Вязкость пеномоющих средств не является показателем по ГОСТ, но разработчик ориентируется на определенную вязкость, соответствующую «образу» продукта и конструкции дозирующих устройств. Обычно вязкость пеномоющих средств, в том числе и шампуней, должна лежать в интервале 2000–6000 мПа·с. Шампуни должны сохранять требуемую вязкость до 40 °С и быть стабильными при низких температурах. Повышение температуры процесса связано с присутствием в рецептуре труднорастворимых в воде при нормальных условиях ингредиентов, например аллантоина, который растворяется при 50 °С, а также с использованием ПАВ в виде паст (в этом случае температуру на стадии введения основного ПАВ могут повышать до 60–70 °С, особенно в холодное время года). При использовании товарных растворов ПАВ, например СЭК 282 (концентрация 28 % в водном растворе), температура процесса может быть снижена до 30 °С.

Конструкция реактора-смесителя, мешалки, возможность рециркуляции композиции через теплообменник – все это оказывает влияние на элементы технологии производства.

### 3.2.1.4. Примеры рецептов

#### Рецептура шампуня с натуральными экстрактами:

| Компоненты                           | Содержание, % мас. |
|--------------------------------------|--------------------|
| Лауретсульфат натрия                 | 8,0                |
| Хлорид натрия                        | 2,0                |
| Диэтаноламид кислот кокосового масла | 2,5                |
| Экстракт зеленого чая                | 0,4                |
| Экстракт алоэ                        | 0,4                |
| Отдушка                              | 0,5                |
| Лимонная кислота                     | 0,2                |
| Консервант, краситель                | q.s.               |
| Вода                                 | до 100             |

В расчетном количестве воды при 40 °С и перемешивании при 150–200 об/мин растворяют хлорид натрия, лимонную кислоту, экстракты, добавляют раствор красителя, затем основное ПАВ и разводят его до однородной композиции в течение 40 мин, далее добавляют со-ПАВ, отключают нагрев и при 25–30 °С добавляют отдушку и консервант. При необходимости шампунь «досаливают».

#### Рецептура мягкого кондиционирующего шампуня с перламутровым блеском:

| Компоненты                              | Содержание, % мас. |
|---|--------------------|
| Лауретсульфат натрия (28 %)             | 35,0               |
| Алкиламидопропилкарбоксибетаин (40 %)   | 6,0                |
| Катионное производное полиалкиленоксида | 2,0                |
| Диэтаноламиды кислот кокосового масла   | 2,5                |
| Перламутровая добавка                   | 3,0                |
| Отдушка                                 | 0,2                |
| Краситель (1 %-ный раствор)             | 0,04               |
| Консервант (катон-CG)                   | 0,05               |
| Вода                                    | До 100             |

Заливают расчетное количество воды и вводят все компоненты в приведенном порядке, тщательно перемешивая до однородности; 50 % раствором лимонной кислоты доводят pH до 6,0–6,3.

**Рецептура мягкого повседневного шампуня:**

| <b>Компоненты</b>   | <b>Содержание, % мас.</b> |
|---|---------------------------|
| Лауретсульфат натрия (28 %)   | 35,0                      |
| Алкиламидопропилбетаин (37 %)   | 5,0                       |
| ПЭГ-4000-дистеарат  | 1,5                       |
| Гель алоэ-вера (1:1)  | 1,5                       |
| Композиция гидролизата кератина<br>с олигосахаридами и 1,5-эфироглюкозидами | 46,6                      |
| Парфюмерная композиция  | 0,3                       |
| Консерванты   | 0,1                       |
| Этанол, отдушка, лимонная кислота, вода                                     | До 100                    |

Лауретсульфат натрия сразу растворяют в воде, вводят перламутровую добавку, диэтаноламид и модифицированный ПДМС и перемешивают до полного растворения. Лимонной кислотой доводят pH до 6,5–7,0 и хлоридом натрия регулируют вязкость рецептуры. По необходимости вводят отдушку, краситель и другие компоненты.

**Рецептура кондиционирующего шампуня с сильным ароматом:**

| <b>Компоненты</b>            | <b>Содержание, % мас.</b> |
|------------------------------|---------------------------|
| Лаурилсульфат триэтаноламина | 18,0                      |
| Лаурилсульфат аммония        | 8,9                       |
| Лауромид ДЭА                 | 4,0                       |
| Силиконовая эмульсия         | 3,2                       |
| Отдушка                      | 0,8                       |
| Гидроксипропилметилцеллюлоза | 0,3                       |
| Лимонная кислота             | 0,5                       |
| ЭДТА                         | 0,05                      |
| ДМДМ Гидантоин               | 0,15                      |
| Вода                         | До 100                    |

### Рецептура укрепляющего шампуня:

| Компоненты                            | Содержание, % мас. |
|---------------------------------------|--------------------|
| Лауретсульфат магния                  | 11,0               |
| Кокамидопропилбетаин                  | 3,0                |
| Диэтаноламиды кислот кокосового масла | 2,0                |
| Кокоамфоацетат                        | 1,0                |
| Хлорид натрия                         | 2,5                |
| Поликватерниум                        | 1,0                |
| Диметикон                             | 0,1                |
| Экстракт крапивы                      | 0,3                |
| Репейное масло                        | 0,2                |
| Лимонная кислота                      | 0,05               |
| Консервант Sharomix                   | 0,1                |
| Отдушка                               | 0,3                |
| Вода                                  | До 100             |

#### 3.2.1.5. Технологические схемы получения шампуней

Технологический процесс приготовления шампуня основан на смешении и растворении расчетного количества сырья согласно рецептуре. Следует отметить, что технологии получения пеномоющих композиций (шампуней, гелей для душа, жидкого мыла, пен для принятия ванн) принципиально не различаются. Эти средства, как правило, производятся на одном и том же оборудовании. Приведем несколько примеров технологических схем производства шампуней.

На рис. 118 представлена технологическая схема получения жидкого шампуня, приведенная в учебном издании А. Ю. Кривовой, В. Х. Пароняна «Технология производства парфюмерно-косметических продуктов». Она в настоящее время имеет, скорее, исторический характер, поскольку потребитель ориентируется преимущественно на кремообразные и гелеобразные шампуни. Концентрированный натрийлаурилсульфат или другой оксиэтилированный ПАВ разогревают в аппарате 1. Иногда в этот же аппарат подводят воду для уменьшения его концентрации. В приведенной схеме вода подведена непосредственно к реактору 7. Диалкиламиды из бочек или из другой тары с помощью вакуума загружаются в вакуум-мерник 3. Вода, а также ПАВ согласно рецептуре поступают в реактор 7 с паровой рубашкой. Котел загружают с помо-

щью сжатого воздуха при работающей мешалке. При перемешивании массу нагревают до 40 °С с помощью пара, подаваемого в рубашку котла, и варят основу 2 ч. После получения массы однородной консистенции подогрев прекращают и массу охлаждают до 25–30 °С. Затем в котел при перемешивании загружают спирт и отдушку из мерника 6. После ввода всех компонентов и тщательного их перемешивания отбирают пробу шампуня для определения pH. При pH более 7,5 в шампунь отдельными порциями из мерника 5 вводят раствор лимонной кислоты, который готовят отдельно в эмалированном реакторе 4. После подачи в котел очередной порции раствора кислоты определяется величина pH. Шампунь считается пригодным к выпуску при pH 6–7,5. Затем отбирают пробу на полный анализ и по получении положительного результата готовый шампунь сливают из реактора 7 в сборники 8 и 9 для готового шампуня. Готовый шампунь насосом 10 перекачивают в сборники 12 и 14 на весах 13 и 15 и после взвешивания передают на расфасовку. Жидкие шампуни расфасовывают в соответствующую тару на автоматических линиях.

На рис. 119 представлена технологическая схема производства шампуня на АО «Нэфис Косметикс». Аналогичная схема используется для производства других пеномоющих композиций – жидкого мыла, гелей для душа.

Процесс приготовления композиции протекает в миксере СМ периодически. Миксер установлен на тензодатчиках (весоизмерителях) и подсоединен к компьютерной системе управления. Дозирование компонентов и процесс приготовления композиции средства осуществляется программно-логическим контроллером в составе КСУ. Оператор АСУП запускает автоматическую процедуру приготовления композиции средства, а КСУ выполняет определенные этапы дозирования и перемешивания компонентов. В миксер СМ для приготовления композиции последовательно в автоматическом режиме загружаются рецептурные компоненты из емкостей для хранения сырья и вручную аппаратчиком по команде оператора АСУП загружаются расчетные количества предварительно подготовленных «малых» рецептурных компонентов (трилон Б, биологически активные добавки, консервант и др.) под контролем КСУ. Расчетное количество отдушки в «полуавтоматическом режиме» дозируется из бочки в миксер бочковым насосом под контролем КСУ. Композиция постоянно перемешивается, контролируется по pH и температуре средства (показания визуально отслеживаются по компьютеру).



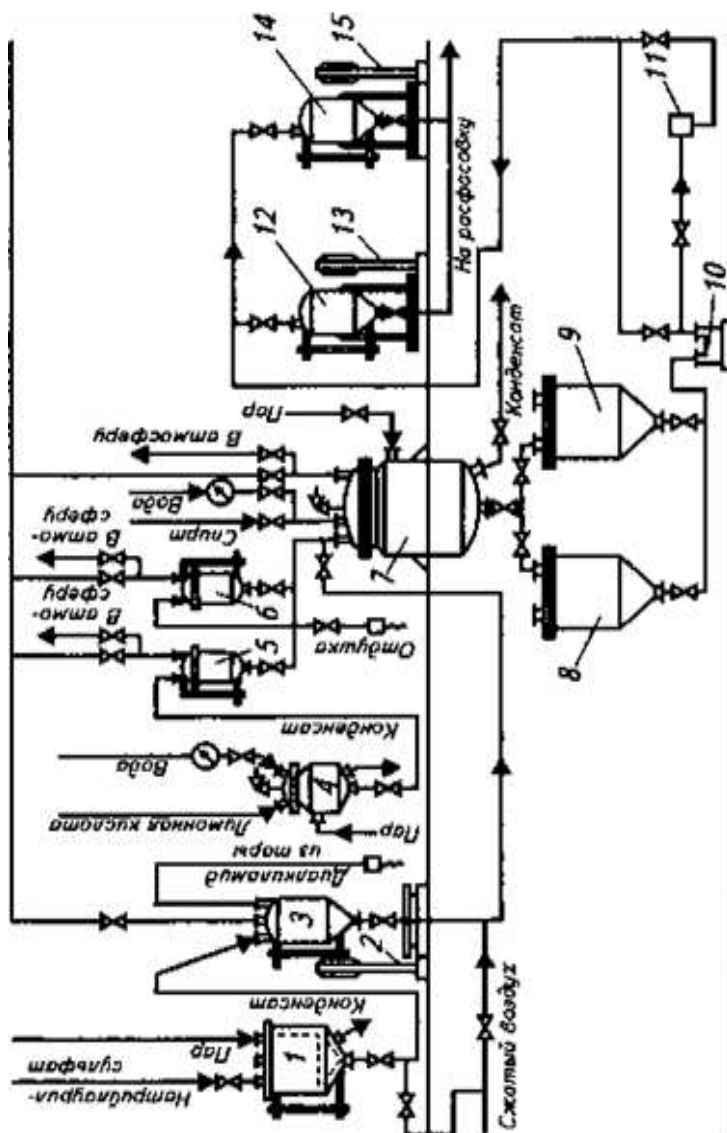


Рис. 118. Технологическая схема производства жидких шампуней:

1 – аппарат для подогрева ПАВ; 2, 13, 15 – платформенные весы; 3 – вакуум-мерник;

4 – аппарат для растворения лимонной кислоты; 5, 6 – мерники; 7 – реактор;

8, 9, 12, 14 – сборники; 10 – насос; 11 – фильтр

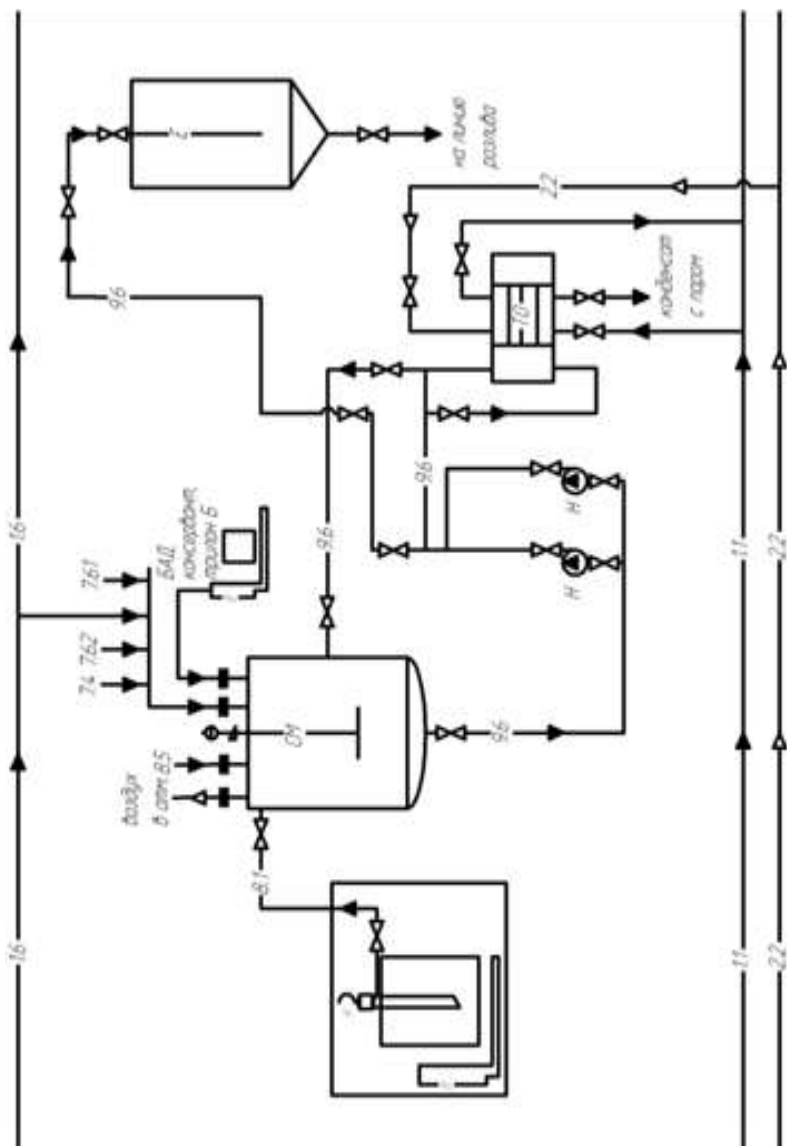


Рис. 119. Технологическая схема производства шампуня на АО «Нэфис Косметикс»

В процессе приготовления композиции по команде оператора АСУП (для полного растворения и поддержания определенной температуры композиции средства) аппаратчик настраивает линию рециркуляции, и композиция насосами постоянно прокачивается через теплообменник ТО в миксер СМ.

Для подогрева композиции до требуемой температуры в межтрубное пространство теплообменника подают пар. Для охлаждения композиции предусмотрена подача охлаждающей воды в межтрубное пространство теплообменника. По окончании приготовления композиции средства оператор АСУП останавливает перемешивающее устройство миксера, дает команду аппаратчику на отбор пробы из трех слоев композиции для определения физико-химических и органолептических показателей средства.

### **3.2.2. Гели для душа, пены для ванн и жидкое мыло**

Пеномоющие косметические композиции для мытья тела и принятия ванн прочно вошли в нашу жизнь, объем производства их значителен, ассортимент разнообразен. Технология получения таких продуктов существенно не отличается от технологии производства шампуней. Вместе с тем разработчики рецептур в постоянном поиске новых рецептурных решений в рамках современных тенденций производства и потребления косметических средств. Возрастает их полифункциональность, увеличивается содержание биологически активных и натуральных ингредиентов, появляются новые нишевые продукты, ориентированные на определенного потребителя. В отличие от шампуней большее внимание уделяется эстетической привлекательности – присутствию красителей, ароматерапевтическим эффектам, успокаивающему и расслабляющему действию. Гели для душа являются обязательными участниками косметических линий, объединенных, наряду с шампунями, одним брендом и дизайном. Расширяется производство средств для детей, мужчин, тинэйджеров.

Рынок гелей для душа постоянно расширяется. Это наряду с перечисленными факторами обусловлено тем, что они используются часто и расходуются больше других пеномоющих средств. В связи с необходимостью обеспечения высокого пенообразования содержание комплекса ПАВ в гелях для душа выше, чем в шампунях (20–30 %), а в пенах для ванн это содержание самое высокое, что связано с требованием обильного пенообразования при значительном разведении, достигающем 0,002–0,02 % по ПАВ.

Препараты для душа как самостоятельное направление в моющих средствах косметико-гигиенического назначения появились в конце 70-х годов прошлого века. В сравнении с пенными препаратами для принятия ванн они характеризуются более высоким содержанием кондиционирующих и полезных добавок. В большинстве своем гели для душа базируются на дерматологически мягких комбинациях ПАВ, включающих сульфозтоксилаты, сульфосукцинаты, алкалоламиды кислот, цвиттерионные ПАВ бетаинового ряда, алкилглюкозиды и т. д. Подходы к рецептурным решениям по использованию основного ПАВ и со-ПАВ в целом аналогичны подходам в производстве шампуней. Часто используются стандартные композиции лауретсульфата натрия (магния, триэтаноламина, аммония), кокамидопропилбетаина, диэтаноламидов кислот кокосового масла. По сравнению с шампунями содержание как основного ПАВ, так и со-ПАВ в рецептурах выше, хотя специфика гелей для душа связана с применением ухаживающих ингредиентов для кожи, масел, увлажняющих компонентов (глицерина, пропиленгликоля, сорбитола), более широкого набора витаминов и экстрактов, морепродуктов, пищевых ингредиентов (йогурт, икра, молоко, мед и т.д.). В последние годы в связи с повреждающим действием свободных радикалов в пеномоющие композиции вводятся антиоксиданты и УФ-фильтры. Следует отметить, что УФ-фильтры вводятся и для защиты самого продукта (до 0,5 %). Вместе с тем в этих средствах отсутствуют ингредиенты, обеспечивающие стимуляцию роста волос, например кератин и его гидролизаты, хотя гидролизаты других белков применяются успешно. В меньшей степени используются ингредиенты с лечебным действием.

В пенах для ванн, предшественниками которых считают масла и ароматические средства, достаточно велико содержание различных растительных и эфирных масел (до 10 %), водорастворимых и солюбилизированных отдушек (до 1–2 %). Некоторые биологически активные компоненты рассмотрены нами ранее. Используются в пеномоющих средствах для тела и пережиривающие добавки, поскольку после применения средств нередко явления «стягивания» кожи. Этиловый спирт сушит кожу, поэтому введение его в гели для душа следует ограничивать.

Аналогично шампуням «образ» продукта диктует введение в рецептуру замутнителей и перламутровых концентратов (до 3–4 %), парфюмерных композиций определенного направления. Применяемые консерванты и их синергические и товарные смеси аналогичны для всех видов косметических пеномоющих средств, и их выбор опреде-

ляется производителем и рецептурой. Для контроля pH используется преимущественно лимонная кислота, вязкость, аналогично шампуням, обеспечивается хлоридом натрия и/или полимерными загустителями

Жидкие пеномоющие средства практически ушли с рынка, успехом у потребителя пользуются кремообразные и гелеобразные продукты. Сыпучие и прессованные препараты для ванн в данном учебнике не рассматриваются. Основу их составляют соли – сульфаты, карбонаты, фосфаты, хлориды, сухие травы и цветы, отдушки, красители и некоторое количество ПАВ и полезных добавок.

Новыми косметическими средствами являются масла для душа. Они содержат большое количество масел и маслорастворимых ингредиентов, комплекс ПАВ и практически не содержат воду. Наносятся эти масла на чистую кожу после использования традиционных гелей для душа. Композиция эмульгируется и вспенивается при смывании средства водой. В этом случае нет необходимости использовать косметические эмульсии (кремы, молочко) после принятия ванны или душа. Инновационные косметические средства – тема для отдельного анализа.

Приведем ряд базовых и более сложных рецептов пеномоющих средств для тела.

#### **Рецептура геля для душа:**

| <b>Компоненты</b>           | <b>Содержание, % мас.</b> |
|-----------------------------|---------------------------|
| Лауретсульфат натрия (28 %) | 22,0                      |
| Кокамидопропилбетаин (30 %) | 4,0                       |
| Диэтаноламид (80 %)         | 3,0                       |
| Кокоглюкозид                | 2,0                       |
| Хлорид натрия               | 2,0                       |
| Экстракт ромашки            | 0,4                       |
| Экстракт лимона             | 0,2                       |
| Д-пантенол                  | 0,2                       |
| Перламутровый концентрат    | 4,0                       |
| Консервант неолон           | 0,2                       |
| Лимонная кислота            | 0,15                      |
| ЭДТА                        | 0,1                       |
| Аллантоин                   | 0,1                       |
| Парфюмерная композиция      | 0,5                       |
| Краситель, вода             | До 100                    |

Все водорастворимые компоненты растворить в воде при 35–40 °С, добавить лауретсульфат натрия и перемешивать при 150 об/мин до однородной композиции, затем последовательно добавить со-ПАВ (бетаин, кокоглюкозид, диэтаноламид), перемешать до однородной композиции, добавить водорастворимую отдушку, при необходимости довести вязкость до нужной консистенции, добавляя хлорид натрия.

**Рецептура геля для душа для сухой кожи:**

| <b>Компоненты</b>                       | <b>Содержание, % мас.</b> |
|---|---------------------------|
| Моноизопропаноллауретсульфат            |                           |
| и пропиленгликоль                       | 12,0                      |
| Кокамидопропилбетаин                    | 9,0                       |
| ПЭГ-18 касторового масла диолеат        | 3,5                       |
| Хлорид натрия                           | 2,5                       |
| Каприловый/каприновый триглицерид       | 2,0                       |
| Кокоглюкозид                            | 1,0                       |
| Глицерин                                | 1,0                       |
| Натрий лаурет-11 карбоксилат            | 0,5                       |
| Персиковое масло                        | 1,0                       |
| Арахисовое масло                        | 1,0                       |
| Д-пантенол                              | 1,0                       |
| Парфюмерная композиция                  | 0,6                       |
| Алкиллактат                             | 0,3                       |
| Консервант, краситель, лимонная кислота | q.s.                      |
| Вода                                    | До 100                    |

Техника производства гелей для душа, пен для ванн и жидкого мыла сравнительно проста. Производство осуществляется методом дозирования согласно рецептуре, смешивания компонентов в реакторе и растворения отдельных компонентов при перемешивании и определенном температурном режиме. Температура процесса 40–70 °С. Скорость перемешивания 50–150 об/мин. Процесс производства состоит из следующих основных стадий: прием, хранение, подготовка и передача в производство сырья, получение деминерализованной воды, приготовление геля для душа, розлив и упаковка в транспортную тару.

Технологический процесс приготовления геля для душа основан на смешении и растворении расчетного количества сырья согласно

рецептуре. Пример технологической схемы производства геля для душа приведен на рис. 120.

**Рецептура геля для душа с натуральными ПАВ:**

| <b>Компоненты</b>                     | <b>Содержание, % мас.</b> |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Лаурилглюкозид                        | 14,4                      |
| Каприлил/каприлглюкозид               | 11,7                      |
| Лаурилглюкозид и стеарилолеат         | 2,0                       |
| Кокоглюкозид и глицерилолеат          | 2,0                       |
| Ксантан                               | 1,0                       |
| Бензоат натрия                        | 0,5                       |
| Отдушка, консервант, лимонная кислота | q.s.                      |
| Вода                                  | До 100                    |

**Рецептура геля для душа с антиоксидантами:**

| <b>Компоненты</b>            | <b>Содержание, % мас.</b> |
|------------------------------|---------------------------|
| Лауретсульфат аммония (70 %) | 15,0                      |
| Перламутровый концентрат     | 4,0                       |
| Кокамидопропилбетаин (45 %)  | 3,0                       |
| Кокоглюкозид                 | 2,0                       |
| Глицерин                     | 2,0                       |
| Хлорид натрия                | 2,0                       |
| Масло виноградной косточки   | 0,5                       |
| Экстракт красного винограда  | 0,4                       |
| Парфюмерная композиция       | 0,4                       |
| Экстракт эхинацеи            | 0,2                       |
| Консервант Неолон            | 0,2                       |
| ЭДТА                         | 0,2                       |
| Лимонная кислота             | 0,1                       |
| Вода                         | До 100                    |

В варочные аппараты А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub> загружают заранее рассчитанное количество деминерализованной воды из мерника для воды М. В миксер М<sub>р</sub> с мешалкой загружают необходимое количество глицерина, хлорида натрия, ЭДТА, лимонной кислоты и при нагревании до

40–50 °С перемешивают до полного растворения компонентов. Полученный раствор загружают в мерники М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub>, М<sub>3</sub> с помощью насоса Н<sub>3</sub>, откуда раствор поступает в варочные аппараты. Включают мешалку и при перемешивании массу нагревают до 40 °С с помощью пара, подаваемого в рубашку. По достижении данной температуры в варочные аппараты с помощью насоса Н<sub>4</sub> загружают лауретсульфат натрия из вакуум–мерника ВМ<sub>3</sub>. При перемешивании массу варят в течение одного часа до однородности.

Бетаин и кокоглюкозид из тар с помощью вакуума загружают в вакуум–мерники ВМ<sub>1</sub>, ВМ<sub>2</sub> соответственно, откуда эти компоненты также с помощью насосов Н<sub>1</sub>, Н<sub>2</sub> подаются в варочные аппараты. Перемешивание продолжают в течение 15–20 мин до получения массы однородной консистенции. Аппарат снабжен штуцерами А, Б, которые служат для подачи исходных компонентов (лауретсульфата натрия, бетаина, хлорида натрия и воды). Для выгрузки готовой продукции служит штуцер К. Тщательное перемешивание достигается использованием мешалки якорного типа. Она относится к тихоходным мешалкам с числом оборотов 53 об/мин. Затем обогрев отключают и при температуре 20 °С осуществляют ручную загрузку в аппарат при перемешивании следующих компонентов: консерванта, перламутрового концентрата, отдушки, экстракта. Перемешивание продолжают еще в течение 30 мин. Далее отбирают пробу на полный анализ и при получении положительного результата готовый гель для душа сливают из варочных аппаратов в сборники С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>.

Таблица 5

**Наименование трубопроводов**

| Условное обозначение | Наименование среды в трубопроводе |
|----------------------|-----------------------------------|
| -1.1-                | Вода                              |
| -1.8-                | Конденсат                         |
| -2.5-                | Пар                               |
| -3.8-                | Вакуум транспортный               |
| -9.2.1-              | Кокамидопропилбетаин              |
| -9.2.2-              | СЭК                               |
| -9.2.3-              | Кокоглюкозид                      |



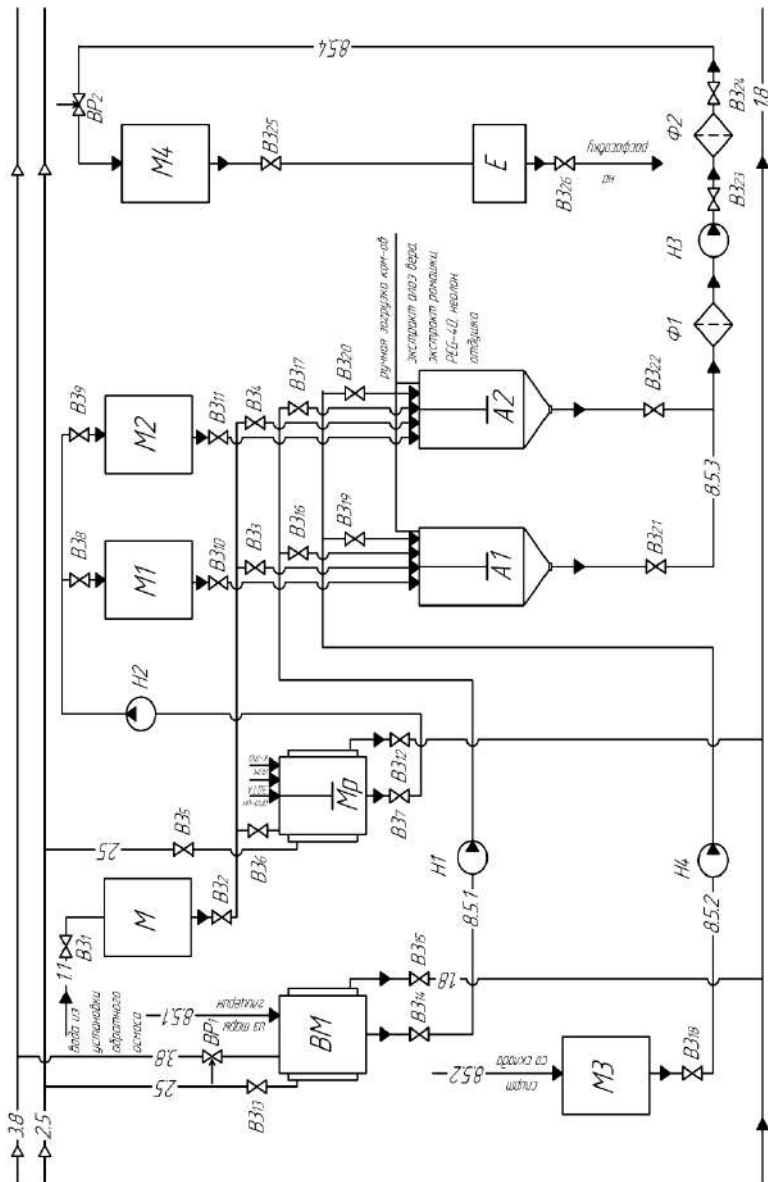


Рис. 120. Технологическая схема производства геля для душа

Таблица 6

**Наименование оборудования**

| Обозначение        | Наименование         | Количество |
|--------------------|----------------------|------------|
| AB <sub>1-3</sub>  | Аппарат варочный     | 3          |
| BM <sub>1-3</sub>  | Вакуум-мерник        | 3          |
| BZ <sub>1-40</sub> | Вентиль запорный     | 31         |
| BP <sub>1-3</sub>  | Вентиль регулирующий | 3          |
| M <sub>1-3</sub>   | Мерник               | 3          |
| M                  | Мерник для воды      | 1          |
| Mr                 | Миксер               | 1          |
| H <sub>1-5</sub>   | Насос                | 5          |
| C <sub>1-3</sub>   | Сборник              | 3          |

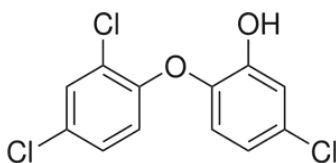
После отстаивания гель насосом подается в мерник на весах, где его взвешивают и откуда он самотеком поступает на фасование. Расфасовывают гель для душа в полиэтиленовую тару объемом 200 мл на автоматических линиях.

Жидкое мыло появилось относительно недавно, но быстро завоевало своего потребителя. Оно является моющим средством, которое обеспечивает постоянный ежедневный уход за кожей, разрабатывается по современным технологиям с использованием элитных парфюмерных композиций. Жидкое мыло считается наиболее удобным в применении, и ассортимент его растет из года в год. Во-первых, продукт легко растекается по поверхности кожи, смывая загрязнения, во-вторых, благодаря таре с дозатором исключается вероятность загрязнения, и соответственно сохраняется качество продукта. Жидкое мыло легко наносится. Оно не выскальзывает из рук, не засыхает и не размягчается от воды в отличие от твердого мыла. Жидкое мыло более удобно в поездках. Благодаря дозатору проще определить, какое количество мыла требуется. Современное жидкое мыло обладает не только очищающим, но и косметическим, профилактическим эффектом. Твердое туалетное мыло, которое по-прежнему массово используется, обладает в основном лишь очищающим действием. Такое мыло имеет

щелочную среду и при взаимодействии с жесткой водой приводит к сухости и шелушению кожи. Современные жидкие мыла во многом превосходят обычное туалетное мыло. Они лучше очищают кожу и дезодорируют ее. В состав жидких мыл входит меньше щелочных ингредиентов, действие которых смягчают специальные добавки и другие компоненты. Помимо этого, жидкие мыла, ухаживают за кожей рук, делая ее мягкой и упругой.

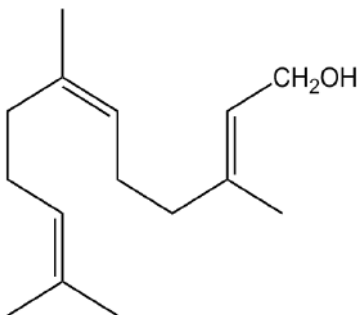
По составу ингредиентов и в плане технологии производства жидкие мыла аналогичны гелям для душа. Различия в основном связаны с конструкцией тары, с градацией в качестве и стоимости компонентов, особенно масел, экстрактов, отдушек. Они содержат меньшее количество ПАВ, зато практически всегда в них вводятся увлажняющие и смягчающие добавки. Наиболее часто применяются многоатомные спирты. Используются и биополимеры, обладающие высокой субстантивностью к коже человека. Особенностью некоторых рецептур является введение бактерицидных агентов и антисептиков – триклозана, фарнезола, катионных ПАВ, 0,5 % додецилдипропилентриамин. Аналогичное действие оказывает масло чайного дерева. Такое мыло обладает антимикробным действием.

Установлено, что регулярное мытье рук снижает вероятность заболевания желудочно-кишечными инфекциями на 31 %, а респираторными – на 20 %. Содержание триклозана в таком продукте 0,1–0,5 %. Однако в последние годы появились исследования об онкогенности и опасности триклозана.



*Триклозан*

Фарнезол в отличие от триклозана рекомендуется и для детского мыла. В состав детского мыла часто вводят природные антисептические компоненты, такие как экстракт ромашки, календулы, шалфея, коры дуба, чабреца.



*Фарнезол*

Частое применение мыла с бактерицидным и бактериостатическим действием может вызывать раздражение и сухость кожи, что требует использования в рецептуре пережиривающих добавок.

**Рецептура жидкого мыла с экстрактами корня солодки и зеленого чая:**

| Компоненты                                      | Содержание, % мас. |
|---|--------------------|
| Лауретсульфат натрия (70 %)                     | 6,0                |
| Кокамидопропилбетаин (45 %)                     | 3,0                |
| Хлорид натрия                                   | 2,5                |
| Глицерин  | 5,0                |
| Диэтаноламиды жирных кислот<br>кокосового масла | 1,0                |
| Масло чайного дерева                            | 0,5                |
| Экстракт солодки                                | 1,0                |
| Экстракт зеленого чая                           | 0,5                |
| Консервант Sharomix                             | 0,1                |
| Лимонная кислота                                | 0,1                |
| ЭДТА  | 0,05               |
| Вода  | До 100             |

### Рецептура пены для ванн:

| Компоненты                  | Содержание, % мас. |
|-----------------------------|--------------------|
| Лауретсульфат натрия (70 %) | 20,0               |
| Кокамидопропилбетаин (45 %) | 6,0                |
| Диэтаноламид жирных кислот  | 3,0                |
| Экстракт лимона             | 0,5                |
| Масло жожоба                | 0,5                |
| Масло авокадо               | 0,5                |
| Хлорид натрия               | 2,0                |
| Консервант неолон           | 0,1                |
| Лимонная кислота            | 0,1                |
| Витаминный комплекс         | 0,2                |
| Парфюмерная композиция      | 0,5                |
| Краситель                   | 0,001              |
| Перламутровый концентрат    | 4,0                |
| Вода                        | До 100             |

### 3.3. Элементы технического анализа пеномоющих композиций

Пеномоющие косметические композиции изготавливают в соответствии с требованиями нормативной документации. Контроль качества пеномоющих композиций осуществляется в соответствии с ГОСТ 31696-2012 «Продукция косметическая гигиеническая моющая. Общие технические условия».

Внешний вид определяют визуально в прозрачной емкости при  $t=22\pm 2$  °С. При определении запаха применяется органолептический метод (температура  $t=22\pm 2$  °С). Цвет определяют в сравнении с контрольным образцом визуально при температуре  $t=22\pm 2$  °С в пробирках с  $d=15-44$  мм.

Водородный показатель (рН) – это величина, которая характеризует концентрацию ионов водорода. рН можно определить двумя способами: потенциометрическим методом и с помощью индикаторной бумаги.

Потенциометрический метод заключается в измерении электродвижущей силы ЭДС (разности потенциалов) гальванического эле-

мента, который составлен из двух электродов – индикаторного электрода и электрода сравнения (рис. 121). Потенциал индикаторного электрода зависит только от активности определяемых ионов, а потенциал электрода сравнения от этой величины не зависит.



*Рис. 121. pH-метр–милливольтметр*

Определение pH производят в водном растворе с массовой долей пеномощного изделия 10 %. Перед измерением электроды ополаскивают дистиллированной водой, высушивают фильтровальной бумагой и промывают исследуемым раствором. В стеклянный стакан с исследуемой системой опускают электроды и после установления постоянного значения записывают значение pH со шкалы прибора. Измерение проводят трижды, каждый раз промывая электроды дистиллированной водой и наливая в стакан новую порцию раствора пеномощного средства. За результат измерения принимают среднее арифметическое трех параллельных измерений.

Основными параметрами, характеризующими *пенообразующие свойства*, являются объем, стабильность и плотность пены.

Сущность метода Росс–Майлса заключается в определении высоты столба пены, образующейся при свободном падении 200 см<sup>3</sup> водного раствора исследуемого пеномощного средства с высоты 900 мм на поверхность такого же раствора. Пенообразующую способность определяют при температуре  $t = 37 \pm 2$  °C на приборе, который состоит из мерного цилиндра, снабженного водяной рубашкой, с двумя штуцерами для соединения с термостатом и стеклянной пипетки объемом 200 см<sup>3</sup>, соединенной с калиброванной трубкой из стекла (рис. 122).

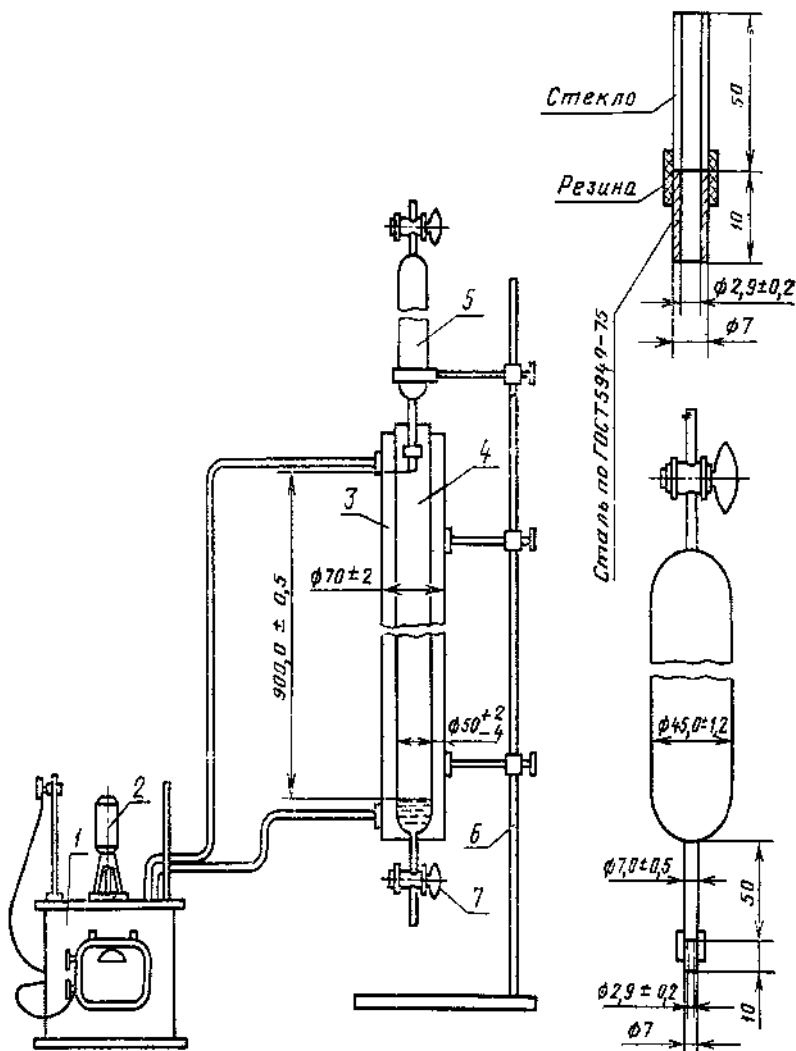


Рис. 122. Прибор Росс-Майлса

Все исследуемые растворы готовятся с использованием воды жесткостью 5,35 или 3,57 мг·экв/дм<sup>3</sup>. Воду жесткостью 5,35 мг·экв/дм<sup>3</sup> готовят следующим образом: навески сернокислого магния ( $m=0,107$  г) и хлористого кальция ( $m=0,194$  г) в пересчете на безвод-

ные соли растворяют в мерной колбе объемом  $1000\text{ см}^3$  в дистиллированной воде, доводят объем раствора до метки и тщательно перемешивают. Для шампуней применяют воду жесткостью  $3,57\text{ мг}\cdot\text{экв}/\text{дм}^3$ , которую готовят по следующей схеме. Раствор А (40 г хлористого кальция) помещают в мерную колбу вместимостью  $1000\text{ см}^3$  и доводят ее объем дистиллированной водой до метки. Раствор Б (44 г сернокислого магния) помещают в мерную колбу вместимостью  $1000\text{ см}^3$  и доводят ее объем дистиллированной водой до метки. Затем  $8,5\text{ см}^3$  раствора А и  $1,5\text{ см}^3$  раствора Б разбавляют каждый в отдельности дистиллированной водой до  $450\text{ см}^3$ , переносят в мерную колбу вместимостью  $1000\text{ см}^3$ , доливают дистиллированную воду до метки и перемешивают.

Для приготовления исследуемых растворов берут навеску мас-сой 3 г для пеномоющих средств или 5 г – для шампуней с (погрешно-стью не более  $0,01\text{ г}$ ), помещают в химический стакан, растворяют в  $50\text{--}60\text{ см}^3$  жесткой воды, перемешивают до полного растворения сред-ства. Полученный раствор помещают в колбу или цилиндр, доводят объем раствора до  $1000\text{ см}^3$  жесткой водой и перемешивают, избегая пенообразования. Раствор готовят не позднее чем за 30 мин и не ранее чем за два часа до исследований.

Испытание проводят в следующей последовательности. Водя-ную рубашку прибора Росс-Майлса соединяют с термостатом. Вклю-чают термостат, устанавливают температуру измерений ( $t = 37 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), доводят температуру жидкости в рубашке до заданной. Одновременно  $300\text{ см}^3$  раствора пеномоющей композиции доводят до температуры испытания. Из этого количества берут  $50\text{ см}^3$  раствора, вливают в мерный цилиндр по стенке так, чтобы не образовалась пена. Через 10 мин пипеткой отбирают исследуемый раствор объемом  $200\text{ см}^3$  так, чтобы не образовалась пена. Пипетку с раствором закреп-ляют в штатив так, чтобы ее выходное отверстие находилось в центре на расстоянии 900 мм от уровня жидкости в цилиндре и обеспечивало попадание струи в центр жидкости. Затем открывают кран пипетки. По истечении раствора из пипетки включают секундомер и через 30 с, затем через 5 мин измеряют высоту образовавшегося столба пены в миллиметрах. Если уровень столба пены имеет неровную поверхность, то за высоту столба пены принимают среднее арифметическое измере-ний максимальной и минимальной высот пены.



*Пенное число* представляет собой высоту столба пены в миллиметрах, измеренную через 30 с. *Устойчивость пены* вычисляют по формуле

$$Y = \frac{H_0}{H_5},$$

где  $H_0$  – начальная высота столба пены;  $H_5$  – высота столба пены через 5 мин.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое трех параллельных определений. Допустимое расхождение высоты пены не должно превышать 10 мм.

Определение *плотности пены*, образованной пеномоющей композицией в воде, заключается в измерении массы и объема пены. Для этого пену заливают в стеклянную емкость известного объема и фиксируют массу пены.

Приготовление пены осуществляют двумя методами:

1. Цилиндр заполняют 50 см<sup>3</sup> 10 % раствором пеномоющего средства. Плотнo закрывают цилиндр и создают пену путем переворачивания цилиндра с частотой 60 мин<sup>-1</sup> в вертикальной плоскости в течение 2 мин.

2. Получение пены осуществляют в пеногенераторе. Пена образуется в результате барботажa воздуха в течение 5 мин через пористый керамический фильтр.

Измеряют вес пустых измерительных цилиндров. Полученную пену переносят в эти цилиндры. Взвешивают цилиндр с пеной и находят вес пены как разность  $m_1$  (масса цилиндра без пены) и  $m_2$  (масса цилиндра с пеной).

*Плотность пены  $\rho$*  вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

где  $V$  – объем пены (измерительного цилиндра).

Окончательный результат представляет собой среднее арифметическое трех измерений.

Сущность метода определения *содержания хлоридов* заключается в титровании пробы исследуемого пеномоющего средства раствором азотнокислого серебра в присутствии индикатора – хромовокислого калия и количественном определении содержания хлоридов.

*Приготовление исследуемых растворов* осуществляют следующим образом. В плоскодонной колбе взвешивают от 2 до 5 г испытуемой пеномоющей композиции (погрешность не более 0,005 г), растворяют в 50 см<sup>3</sup> воды, добавляют две капли раствора метилового красного. Если раствор имеет желтую окраску, то его нейтрализуют разбавленной азотной кислотой до появления розового окрашивания. Затем добавляют 2,5 см<sup>3</sup> раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотно-кислого серебра до появления бурой окраски.

*Массовую долю хлоридов* в пробе испытуемого пеномоющего средства в расчете на молекулярную массу хлористого натрия в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot 0,584}{m},$$

где  $V$  – объем раствора азотнокислого серебра концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованного на титрование пробы, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса пробы испытуемого средства, г; 0,584 – коэффициент пересчета на хлористый натрий.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов трех параллельных измерений. Допустимые расхождения не должны превышать 0,1 %.

В табл. 7 приведены органолептические и физико-химические показатели пеномоющих композиций в соответствии с требованиями ГОСТ 31696–2012.

Таблица 7

**Органолептические и физико-химические показатели  
пеномоющих композиций по ГОСТ 31696–2012**

| Наименование показателя | Характеристика и норма по ГОСТ 31696–2012   |   |                    |
|-------------------------|---|---|--------------------|
|                         | Шампунь   | Пена для ванн, гель для душа, мыло жидкое | Средства очищающие |
| 1                       | 2   | 3   | 4                  |
| Внешний вид             | Однородная жидкость или однородная жидкая или густая геле- и кремообразная масса без посторонних примесей |   |                    |

Окончание табл. 7

| 1  | 2                                   | 3       | 4       |
|--|-------------------------------------|---------|---------|
| Цвет   | Свойственный цвету данного изделия  |         |         |
| Запах  | Свойственный запаху данного изделия |         |         |
| Водородный показатель pH   | 5,0–8,5                             | 5,0–8,5 | 5,0–8,5 |
| Пенообразующая способность:<br>– пенное число, мм, не менее<br>– устойчивость пены, не менее | 100                                 | 145     | –       |
|  | 0,8                                 | 0,8     | –       |
| Массовая доля хлоридов, %, не более  | 6,0                                 | 6,0     | 5,0     |

## 4. ОЧИЩАЮЩИЕ СРЕДСТВА НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

Очищение – первый и самый важный этап ухода за кожей. При производстве и применении очищающих средств важную роль играют коллоидно-химические явления смачивания, солюбилизации, мицеллообразования, эмульгирования, гелеобразования. Современный косметический рынок представлен широким ассортиментом очищающих средств. В зависимости от свойств и структуры очищающие косметические средства бывают следующих видов:

- спиртосодержащий лосьон;
- эмульсионный лосьон;
- тоник;
- молочко;
- двухфазная жидкость;
- гидрофильное масло;
- мицеллярная вода;
- очищающий полимерный гель;
- пенка для умывания;
- гидролаты;
- термальная вода;
- влажные салфетки.

Многообразие косметических форм, механизмов получения и применения, рецептов и технологий не позволяет объединить все виды очищающих средств в одном разделе. Поэтому в части I данного учебного издания мы ограничились рассмотрением очищающих средств на водной и спиртоводной основе – лосьонов, тоников, мицеллярной воды.

Рецептурный состав таких систем отличается большим разнообразием как с точки зрения структуры и свойств ингредиентов, так и в отношении концентрационных пределов их ввода. Технология получения этих продуктов проста и основана на совместном растворении и разведении ингредиентов в водной и спиртоводной среде. Как и в других композициях, в современных очищающих средствах широко используются биологически активные ингредиенты – экстракты, витамины, активные химические соединения с лечебным и противомикробным действием. В безспиртовых средствах обязательными компонентами являются увлажняющие добавки и поверхностно-активные

вещества. На рис. 123 приведена схема, иллюстрирующая базовый состав очищающих средств на водной и спиртоводной основе.

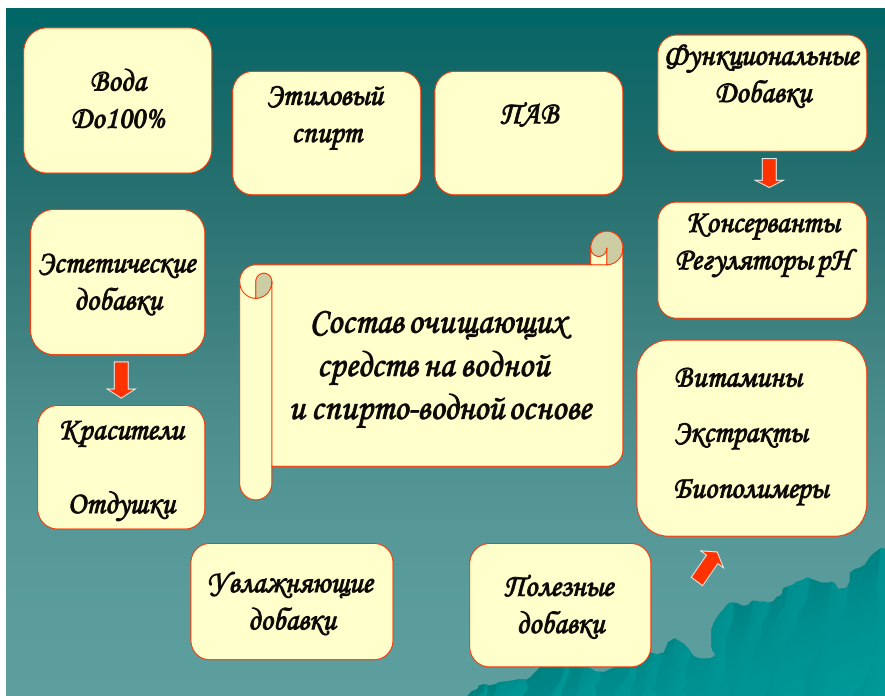


Рис. 123. Базовый состав очищающих средств

## 4.1. Основные ингредиенты

В процентном отношении доминирующим компонентом в составе рассматриваемых очищающих средств является вода. В настоящее время в производстве используется деминерализованная вода, полученная методом обратного осмоса.

*Этиловый спирт* (этанол, винный спирт, метилкарбинол) – одноатомный спирт. Представляет собой бесцветную летучую жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом. Этиловый спирт легче воды. Является хорошим растворителем других органических веществ. Удельный вес безводного спирта  $d_4^{20}$  0,78927. При нормальном давлении

нии (760 мм рт. ст.) спирт кипит при температуре + 78,3 °С, замерзает при – 117 °С.

Существует два основных способа получения этанола – микробиологический (спиртовое брожение) и синтетический (гидратация этилена). Промышленный способ получения заключается в осахаривании крахмала, содержащегося в картофеле и зерновых культурах, с помощью солода, в сбраживании полученной массы и отгонке спирта.

Выпускается три основных вида этилового спирта – сырец, ректификат, денатурат. Сырец в парфюмерии и косметике не используется из-за его неприятного запаха, зависящего главным образом от присутствия сивушного масла. Денатурат также не применяется, поскольку он содержит вещества, сообщающие ему неприятные вкус и запах: керосин, кетоновое масло, пиридин и т. д. В косметической отрасли используется ректифицированный спирт. Он служит растворителем, консервантом, применяется для снижения температуры замораживания препаратов, придания прозрачности мылам.

Этиловый спирт вводится в рецептуры лосьонов в количестве 20–40 % и обеспечивает:

- уменьшение поверхностного натяжения воды (капиллярное воздействие);
- тонизирующее действие на кожу (благодаря быстрому испарению);
- умеренное обезжиривание (за счет растворения жировых загрязнений кожи);
- легкое дезодорирующее и вяжущее действие.

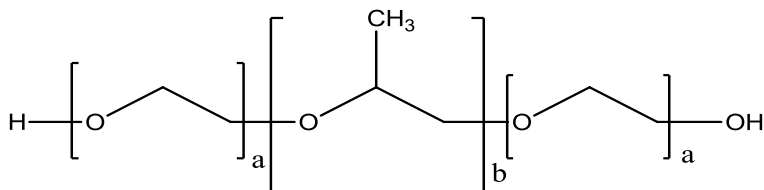
Увеличивать содержание этилового спирта в составе косметических лосьонов не рекомендуется, поскольку регулярное его воздействие на кожу может вызвать раздражение и сухость из-за протеолитического влияния на белковые структуры кожи.

#### **4.1.1. ПАВ в очищающих средствах**

ПАВ являются широко используемыми ингредиентами в очищающих средствах. Если в спиртосодержащих лосьонах они используются не всегда, то присутствие их в тониках и мицеллярной воде обязательно. Они солюбилизируют загрязнения, обеспечивают смачи-

вание, оказывают смягчающее действие, способствуют проникновению полезных компонентов в эпидермис (энхансеры). Анализ научнотехнической информации показывает, что ассортимент таких ПАВ разнообразен, используются и ПАВ, уже рассмотренные нами ранее в разделе пеномоющих композиций, и классические эмульгаторы, которые будут подробно охарактеризованы при рассмотрении косметических эмульсионных систем, например оксиэтилированные жирные спирты. Тем не менее мы приведем примеры часто встречающихся в рецептурах очищающих средств на водной и спиртоводной основе поверхностно-активных компонентов.

***Полоксамер (INCI: Poloxamer):***



Полоксамер представляет собой блок-сополимер оксидов этилена и пропилена. Является неионогенным ПАВ, гидрофильные фрагменты – оксиэтиленовые блоки, гидрофобные – окипропиленовые блоки. Номер, который всегда указывается в названии этого ингредиента, соответствует различному содержанию гидрофильных и гидрофобных блоков и соответственно различному ГЛБ.

Основные характеристики полоксамеров приведены в табл. 8.

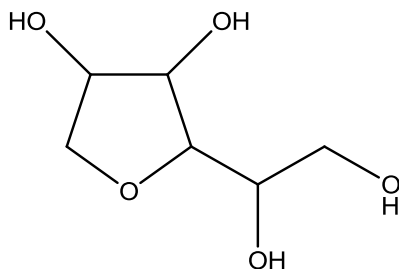
Это мягкое очищающее средство. Используется в мицеллярных водах и других очищающих средствах для лица, для снятия макияжа с глаз. Является эмульгатором, диспергирующим и смачивающим компонентом. Используется при производстве очищающих средств для кожи и волос. Полоксамер обладает эмульгирующим, солюбилизующим, диспергирующим и очищающим действием. Эффективен для любого типа кожи, для кожи век, обезвоженной кожи, увядающей, а также для нормальных, сухих, жирных, смешанного типа волос, кожи губ. Рекомендуемый процент ввода 0,1–10 %.

Таблица 8

Основные характеристики полуксамеров

| Poloxamer | a   | b  | Агрегатное состояние | Средняя молекулярная масса | % мас. оксида этилена |
|-----------|-----|----|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| 124       | 12  | 20 | Ж                    | 2090–2360                  | 46.7±1.9              |
| 188       | 80  | 27 | T                    | 7680–9510                  | 81.8±1.9              |
| 237       | 64  | 37 | T                    | 6840–8830                  | 72.4±1.9              |
| 338       | 141 | 44 | T                    | 12700–17400                | 83.1±1.7              |
| 407       | 101 | 56 | T                    | 9840–14600                 | 73.2±1.7              |

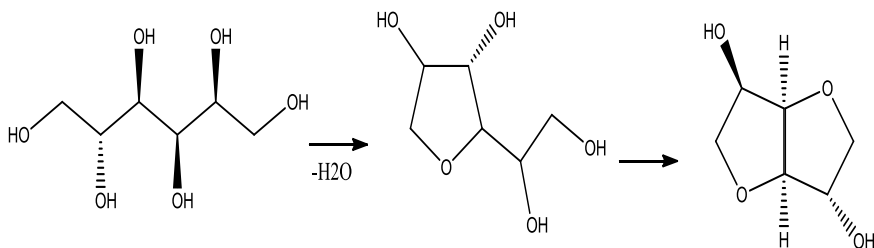
**Полисорбаты (твины).** Полисорбаты – неионогенные ПАВ, которые представляют собой оксиэтилированные производные эфиров сорбитанов (спанов) – сложных эфиров ангидросорбита и высших жирных кислот.



1,4-сорбитан



Сорбитаны получают дегидратацией сорбитола до изосорбида:



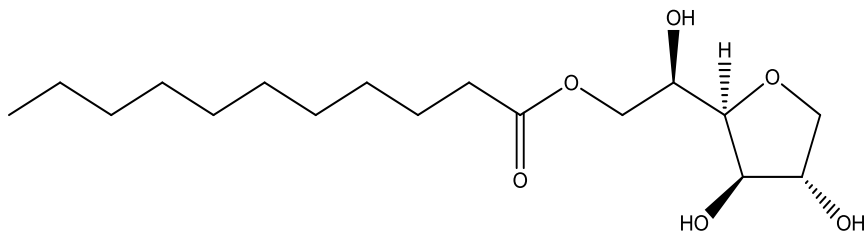
Продуктами реакции является смесь изомеров, в которой преобладает 1,4-сорбитан (1,4-ангидросорбит). На его основе получают ПАВ – эфиры сорбитанов (спаны), при этом могут получаться моно-, ди- и триэфиры, которые находят применение в технологии косметических средств в качестве эмульгаторов, диспергаторов, смачивателей. Наиболее важны моноэфиры. Практическое применение находят главным образом спаны на основе лауриновой, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот. Цифра, указываемая рядом с названием, соответствует длине углеводородного радикала высших жирных кислот. Монолаурат обозначается числом 20, монопальмитат – числом 40, моностеарат – числом 60, моноолеат – числом 80, тристеарат – числом 65.

Синтез эфиров сорбитанов осуществляют взаимодействием сорбита и соответствующей кислоты при 180–225 °С в присутствии щелочных катализаторов (NaOH) в среде органического растворителя или без него при нормальном или пониженном давлении.

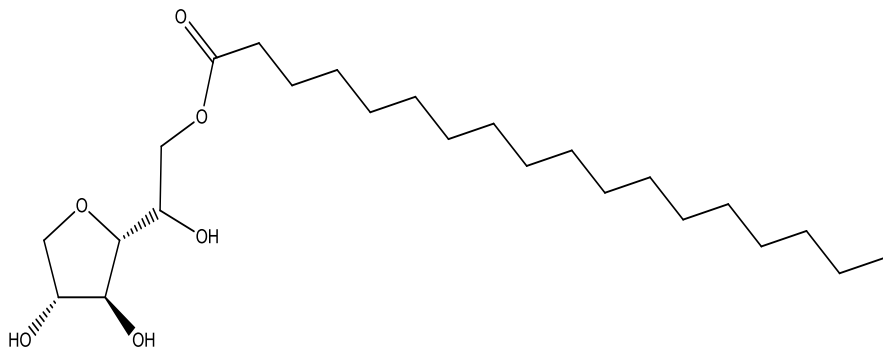
Основные промышленные продукты:

1) Сорбитан С (спан 60) – сорбитанмоностеарат, R = C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>, светло-желтое воскообразное вещество, содержание основного вещества 98 %; температура плавления 52,5–55,5 °С; температура вспышки 232 °С; температура воспламенения 249 °С; гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) 4,7.

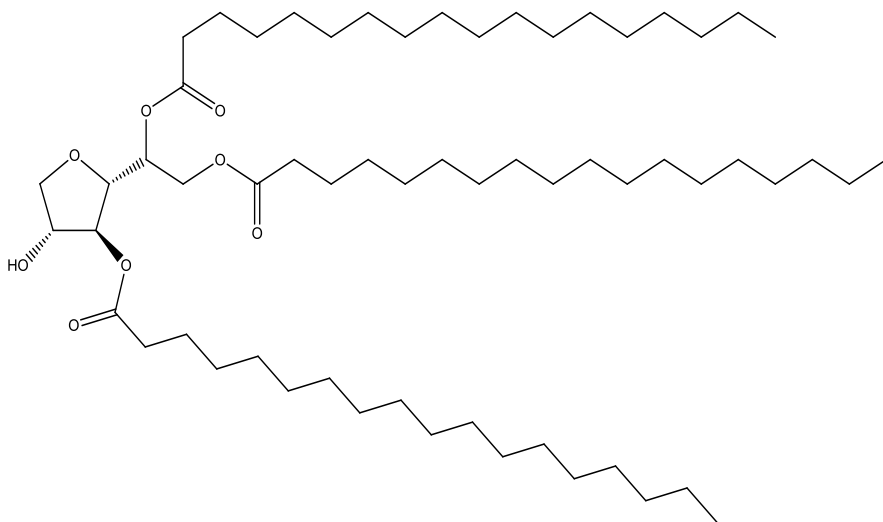
2) Сорбитанолеат (спан 80) – смесь моно- и диолеатов, вязкая масса от кремового до темно-желтого цвета, содержание основного вещества 98 % (моноолеата – 80–85 %).



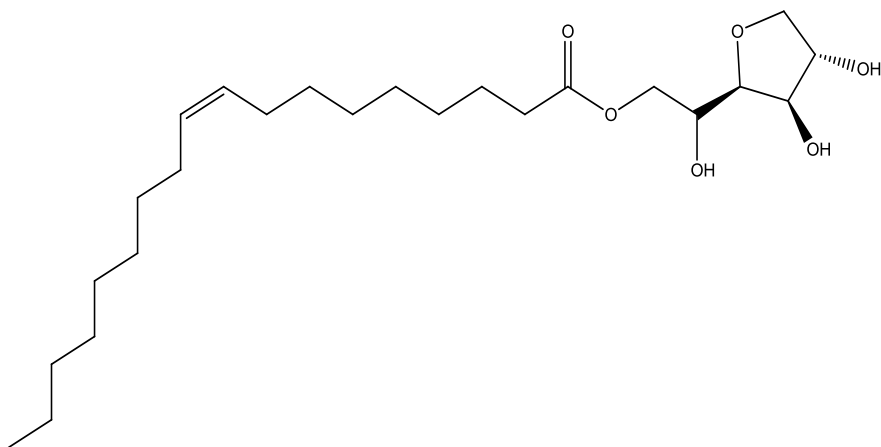
*Сорбитан монолаурат, спан 20 (INCI: Sorbitan monolaurate )*



*Сорбитан моностеарат, спан 60 (INCI: Sorbitan monostearate)*

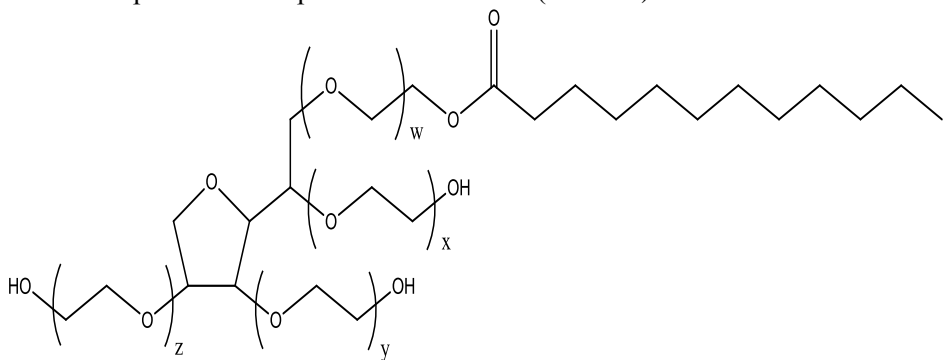


*Сорбитан тристеарат, спан 65 (INCI: Sorbitan tristearate )*

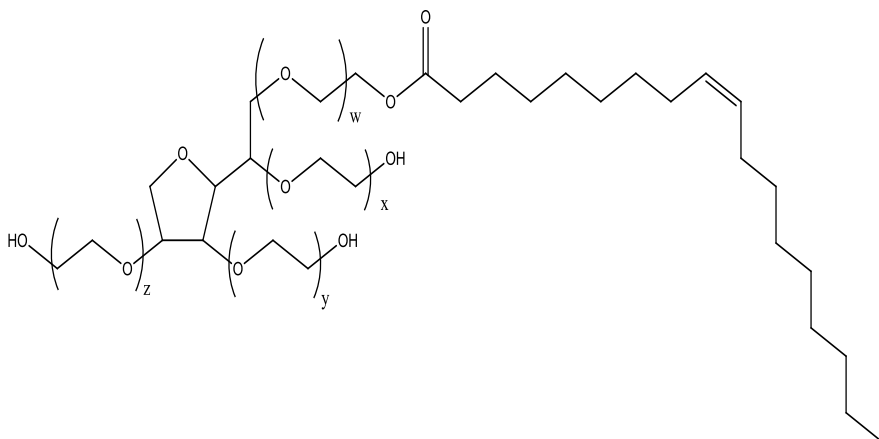


*Сорбитан моноолеат, спан 80 (INCI: Sorbitan monooleate )*

Эфиры сорбитанов (спаны) являются маслорастворимыми ПАВ-эмульгаторами в производстве косметических эмульсий – кремов, молочка, сливок и т. д. В воде они практически не растворяются. В очищающих средствах на водной основе используются их оксиэтилированные производные – полиоксиэтиленсорбитаны (полисорбаты, твины). Суммарная средняя степень оксиэтилирования равна 20 у всех сорбитанов. Цифра аналогична спанам, на основании которых получены твины. Приведем структурные формулы оксиэтилированных эфиров сорбитана – оксиэтилированного сорбитанмонолаурата (твин 20) и оксиэтилированного сорбитанмоноолеата (твин 80):



*Твин 20. PEG(20)sorbitan monolaurate. Polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate*



Твин 80. PEG(80)sorbitan monoleat. Polyoxyethylene (80) sorbitan monolaurate

Имеются на рынке и твины со средней степенью оксиэтилирования – 8 и 40.

*Полисорбаты (твины)* – неионогенные ПАВ, являются эмульгаторами и солюбилизаторами жиров, эфирных и душистых (отдушек) масел в составе косметических средств на водной основе без использования этилового спирта, в средствах по уходу за кожей и волосами. Улучшают скольжение и смягчают кожу. Получаются на основе сорбита, извлекаемого из различных фруктов, и жирных кислот из масел (кокосового – полисорбат 20, пальмового – полисорбаты 40 и 60, оливкового – полисорбат 80). Гидрофильные группы – полиоксиэтиленовые. Чем выше номер полисорбата, тем, как правило, более липофильными свойствами он обладает и значение ГЛБ (гидрофильно-липофильного баланса) уменьшается. Биологически разлагаемы. Возможно сочетание различных полисорбатов в одном средстве. Хорошо растворимы в воде и этаноле (спирте). Не растворяются в минеральном масле и жидком парафине. Научные исследования показали, что полисорбаты нетоксичны и практически не вызывают аллергических реакций.

Полисорбаты стабилизируют пену, оказывают смягчающее, увлажняющее и успокаивающее воздействие на кожу, улучшают скольжение, имеют мягкие антистатические и кондиционирующие свойства, являются хорошими солюбилизаторами растительных и

эфирных масел, парфюмерных композиций ароматизирующих веществ, эмульгаторами.

Таблица 9

**Полисорбаты, используемые в косметических средствах**

| Название      | Патентованное название | Химическое название    | Пищевая добавка |
|---------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| Полисорбат 20 | Tween 20               | Сорбитан монолаурат    | E432            |
| Полисорбат 40 | Tween 40               | Сорбитан монопальмитат | E434            |
| Полисорбат 60 | Tween 60               | Сорбитан моностеарат   | E435            |
| Полисорбат 65 | Tween 65               | Сорбитан тристеарат    | E436            |
| Полисорбат 80 | Tween 80               | Сорбитан моноолеат     | E433            |

Предпочтение именно полисорбату отдается в том случае, когда от косметического средства не требуется получения обильной пены.

В косметике добавляются в увлажняющие кремы и лосьоны, тоники, мицеллярную воду, шампуни и кондиционеры, гидрофильные масла, а также различные солнцезащитные препараты. Помимо косметологии, широко применяются в промышленности для смягчения и замасливания волокон, а также в качестве пеногасителей. Они рекомендованы не только для производства косметических средств, но и как пищевые добавки.

*Полисорбат 20, Твин 20, INCI: Polysorbate 20 (Tween 20).* Маслянистая, достаточно вязкая жидкость от светло-желтого до янтарного цвета, с характерным запахом. Растворим в воде, маслах и изопропиловом спирте. pH 5–7 (5 % водный раствор). ГЛБ (гидрофильно-липофильный баланс) 16,7. Твин 20 обычно используется для солюби-

лизации и эмульгирования отдушек, эфирных масел, небольшого количества легких растительных масел, тогда как Твин 80 – для более тяжелых растительных масел и большего их количества. Является модификатором вязкости. Средства с Твином 20 получают менее вязкими и легкими, тогда как с Твином 80 – более вязкими и плотными. Увлажняющий и диспергирующий агент. Для солюбилизации эфирных масел/отдушек в воде обычно берется соотношение 1:1 (одна часть Твина 20 на одну часть масел/отдушек). Если раствор получается мутным, то, чтобы добиться прозрачности, количество Твина 20 можно увеличить до 3–4 частей на одну часть масел/отдушек. Используется в водных тониках с эфирными маслами, безспиртовых дезодорантах, освежителях воздуха на водной основе, спреях для тела и других продуктах, в которых масла нужно солюбилизировать в воде. Рекомендуемая дозировка от 2 до 50 %.

*Полисорбат 40 (Твин 40), INCI: Polysorbate 40 (Tween 40).* Вязкая маслянистая жидкость золотистого цвета, без запаха, хорошо растворим в воде и этиловом спирте. Косметическое действие: смягчает кожу, улучшает тактильные ощущения, отрицательного действия на кожу не оказывает. Полисорбат 40 применяется в увлажняющих и очищающих средствах. Проявляет хорошие эмульгирующие свойства и способствует солюбилизации эфирных масел в воде. Рекомендуемое содержание в рецептурах от 1 до 20 %.

*Полисорбат 60 (Твин 60), INCI: Polysorbate 60 (Tween 60).* Вязкая, маслянистая жидкость от светло-желтого до янтарного цвета, без запаха. Плотность 1,04–1,08 г/мл, ГЛБ 14,9. Хорошо растворим в воде, спиртах и растительных маслах.

Полисорбат 60 используется в качестве универсального эмульгатора, обладает широким спектром свойств: является солюбилизатором эфирных масел, увлажняющим агентом, модификатором вязкости и стабилизатором.

Применяется:

- для создания прямых эмульсий, особенно в сочетании со SPAN-60 и/или жирными спиртами (цетиловым, цетеариловым);
- в обратных эмульсиях на основе SPAN 60 минимальное количество полисорбата увеличивает стабильность эмульсии;

- широко используется в средствах для ухода за кожей и волосами;

- является со-ПАВ и модификатором вязкости в мягких очищающих средствах и шампунях.

Применяется в кондиционерах и масках для волос, облегчает расчесывание. В рецептуры добавляют от 1 до 20 %.

*Полисорбат 80 (Твин 80). INCI: Polysorbate 80 (Tween 80).* Вязкая маслянистая жидкость светло-желтого или янтарного цвета. Хорошо растворяется в воде, спиртах, маслах. Эмульгатор, диспергатор, пеногаситель, хороший солюбилизатор.

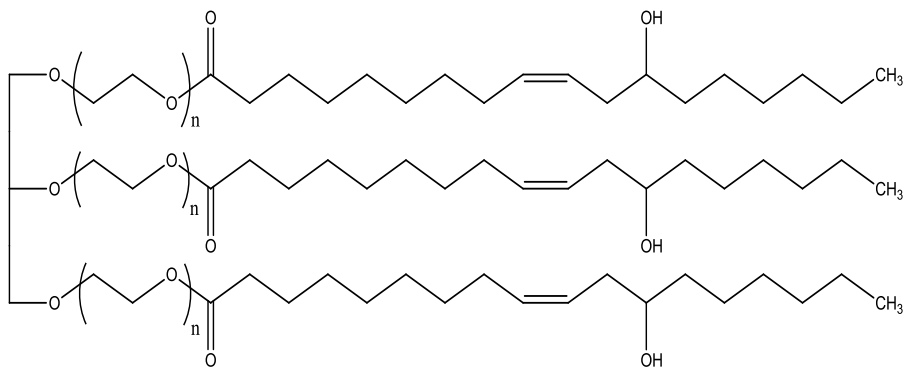
Обычно полисорбат 80 входит в состав гидрофильных масел, массажных смесей, молочка для умывания, различных скрабов на солевой или сахарной основе, шампуней, бомбочек для ванны. Диспергирует пигменты и красители. В зависимости от рецептуры его добавляют от 1 до 50 %.

### 4.1.2. Солюбилизаторы

В состав лосьонов могут входить вспомогательные и биологически активные вещества, которые нерастворимы или труднорастворимы в водно-спиртовых растворах (например, душистые вещества). Повышению их растворимости способствует введение поверхностно-активных веществ – солюбилизаторов в концентрации до 2 %, которые улучшают свойства лосьонов, позволяют снизить концентрацию этилового спирта до 20–40 %. В качестве солюбилизаторов чаще всего используют оксиэтилированные продукты. Наибольшее распространение в составе косметических лосьонов получили смесь полиэтилированных эфиров кислот касторового масла (Ретинокс 80) в концентрации до 1,5 %; смесь полиэтилированных эфиров пентола (препарат ПП-40) с рекомендуемой дозировкой 0,3–1,5 %.

*ПЭГ-40 гидрогенизированное касторовое масло (INCI: PEG-40 Hydrogenated Castor Oil)* – основной солюбилизатор для парфюмерной промышленности. Представляет собой вязкую желтоватую жидкость. Гидрогенизированное касторовое масло имеет более плотную консистенцию, высокую температуру плавления и устойчивость к прогорканию, чем обычное касторовое масло, что делает его ценным компонен-

том средств декоративной косметики и других косметических композиций.



*Оксиэтилированное гидрогенизированное касторовое масло*

В очищающих косметических средствах на водной основе используется оксиэтилированное производное гидрогенизированного касторового масла – неионное ПАВ, получаемое реакцией гидрогенизированного касторового масла с оксидом этилена – ПЭГ-40 гидрогенизированное касторовое масло. Оно является солюбилизатором душистых веществ и их композиций, эфирных и растительных масел.

*Таблица 10*

**Основные характеристики PEG-40 Hydrogenated Castor Oil  
(Eumulgin CO 410, производство BASF)**

| Наименование показателя | Норма   |
|-------------------------|---|
| Внешний вид             | Вязкая, мутная жидкость, слегка желтого цвета, без запаха |
| pH                      | 6,0–8,0 (100 г/л, 20 °C)                                  |
| Плотность               | 1,06 г/см <sup>3</sup> (25 °C)                            |
| Динамическая вязкость   | 1,400–1,800 mPa·s   |



Проявляет эмульгирующее действие. Обеспечивает прозрачность или легкую опалесценцию очищающих средств на водной и спиртоводной основе – лосьонов, тоников, мицеллярной воды, увлажняющих спреев. В парфюмерном производстве концентрация солюбилизатора выбирается визуальным способом в соответствии с ГОСТ 31678-2012. В производстве очищающих косметических средств на водной основе прозрачность композиций с использованием солюбилизатора определяется эмпирически разработчиком.

Обладает противосеборейным действием и всеми полезными свойствами гидрогенизированного касторового масла. При этом в связи с большой степенью оксигенирования (суммарная средняя  $n$  равна 40) практически не проникает через кожу. Обладает смягчающими и увлажняющими свойствами, создает на коже защитную пленку. Образует прозрачные системы с витаминами, бисабололом, другими полезными гидрофобными добавками. При легком нагреве образует прозрачные смеси с жирными кислотами и жирными спиртами. Стабилен в водном растворе при pH 4–8. Необходимо избегать сильных кислотных или щелочных сред. Можно стерилизовать нагревом до 120 °C. Не вызывает значительного пенообразования, что особенно важно в водно-спиртовых растворах. В качестве эмульгатора рекомендуется вводить его до 10 %, в качестве солюбилизатора в очищающих средствах и парфюмерии – до 3–4 % в зависимости от природы отдушек и масел.

### 4.1.3. Биологически активные добавки

В состав лечебно-профилактических лосьонов вводятся *добавки антисептического действия* – органические и неорганические кислоты и их соли.

К ним относятся:

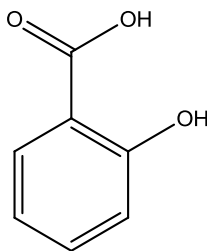
- салициловая кислота;
- бензойная кислота;
- адипиновая кислота;
- борная кислота.

**Салициловая кислота.** Салициловая кислота впервые была получена из коры ивового дерева и некоторое время добывалась именно из растительного сырья (рис. 124). Изначально салициловая кислота использовалась как обезболивающее и жаропонижающее средство, а

также в качестве консерванта, так как она обладает способностью блокировать активность многих бактерий. Однако позднее ее антибактериальные свойства стали преобладающими при применении данной добавки в косметических средствах.



*Рис. 124. Кора ивового дерева*



*Структурная формула 2-гидроксibenзойной (салициловой) кислоты*

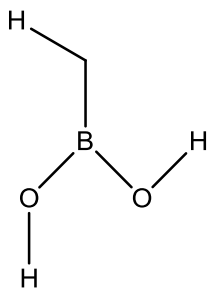
Салициловая кислота в составе косметических композиций:

- обладает антисептическим и противовоспалительным действием;
- растворяет кожный жир вследствие беспрепятственного проникновения в сальные железы и регулирует его образование;
- улучшает регенерацию кожи;
- не оказывает влияния на нормальную микрофлору кожи;
- тормозит процесс старения кожи;
- эффективна при борьбе с прыщами и комедонами, а также при пилинге;
- отбеливает лицо и подсушивает верхний слой кожи.

Салициловая кислота растворяется в жирах, и поэтому она легко проникает в поры, забитые кожным салом, очищает их, а также снимает воспаление. Также способна проникать глубоко в кожу и стимулировать кровоток. Помимо этого, салициловая кислота обладает способностью растворять клеточные связи между ороговевшими чешуйками кожи, облегчая их отшелушивание. Салициловая кислота оказывает обесцвечивающее действие, отбеливая кожу лица и тела.

Оптимальная концентрация салициловой кислоты в косметических композициях до 0,3 % мас.

**Борная кислота** представляет собой бесцветное кристаллическое вещество в виде чешуек без запаха. Имеет общую формулу  $H_3BO_3$ :



*Борная кислота*

Борная кислота обладает слабым отбеливающим, дезинфицирующим действием. Ее также применяют для корректирования значения pH в косметических лосьонах для кожи лица, склонной к образованию угревой сыпи.

Борная кислота в составе косметических композиций:

- очищает и дезинфицирует кожу;
- избавляет от излишней жирности;
- обладает отбеливающим действием;
- заживляет ожоги, трещины, мозоли;
- обеспечивает борьбу с акне;
- применяется для укрепления волос и ногтей.

Оптимальная концентрация борной кислоты в косметических композициях 0,1 % мас.

Вместе с тем при длительном применении данных кислот возможно пересушивание кожного покрова. Поэтому в большинство составов косметических лосьонов данные добавки вводятся в виде водных растворов низкой концентрации.

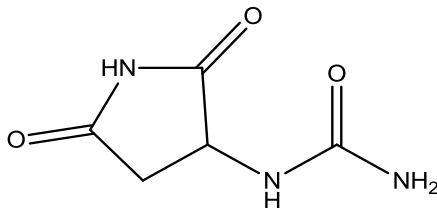
*Дерматотропные вещества* в составе лосьонов оказывают эпителизирующее действие на шероховатую кожу, а также на кожу, имеющую повреждения и микротрещины, посредством повышения ее регенеративных способностей.

К ним относятся:

- пантотеновое масло;
- аллантоин;
- азулен;
- витамины А, В и Е.

Рекомендуемый диапазон введения данных добавок в рецептуры косметических лосьонов до 0,5 % мас.

**Аллантоин:**



*2,5-диоксо- 4-имидазолидинилмочевина (Аллантоин)*

Аллантоин растительного происхождения содержит:

- мукополисахариды;
- глюкозу;
- фруктозу;
- глюкороновую кислоту;
- танины;
- каротины;
- глюкозиды.

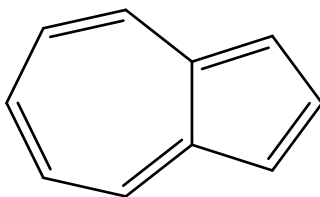
Ввиду выраженного кератолитического действия аллантоин способствует клеточной регенерации кожи. Не так давно установлено, что данная добавка обладает антиоксидантными свойствами. Большая

концентрация аллантиина в косметических средствах показана для ухода за кожей лица в условиях повышенной активности (солнце, ветер и т.д.), а также для успокоения кожи после химического, механического раздражения и после солнечных ожогов. В составе косметических лосьонов он сводит к минимуму возможное раздражающее действие ингредиентов рецептуры и устраняет ощущение стянутости кожи. Аллантиин не вызывает воспалительных реакций, нетоксичен, эффективен даже в малых концентрациях.

Аллантиин в составе косметических композиций:

- способствует клеточной регенерации;
- стимулирует удаление отмерших клеток;
- предупреждает закупорку пор;
- устраняет избыточную жирность кожи и волос;
- подавляет рост бактерий;
- устраняет стянутость кожи.

**Азулен.** Это циклический ненасыщенный углеводород, компонент многих эфирных масел:



*Азулен*

Содержится в маслах ромашки, полыни, зверобоя, тысячелистника. Азулен обладает противовоспалительными, противоаллергическими, антисептическими и увлажняющими свойствами, ускоряет процессы, отвечающие за регенерацию кожи. Широко применяется в средствах для детей.

Азулен в составе косметических композиций:

- способствует сужению пор;
- нормализует работу сальных желез;

- обладает регенерирующим действием;
- эффективно борется с угревой сыпью;
- укрепляет волосы и стимулирует их рост.

Высокоэффективное и многофункциональное действие лосьонам обеспечивают *различные биологически активные вещества растительного происхождения*. Они представлены органическими кислотами, флавоноидами, дубильными веществами, витаминами, микроэлементами, аминокислотами, эфирными маслами, содержащимися в комплексе в растительных извлечениях.

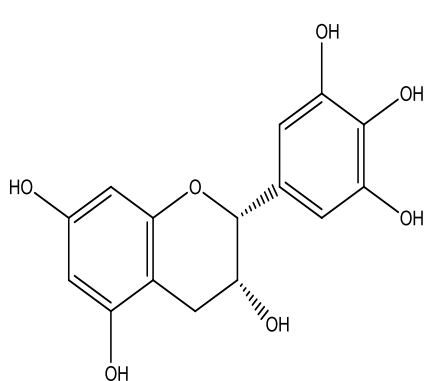
Рекомендуемый диапазон введения данных активных добавок до 0,5–1 % мас.

**Экстракт зеленого чая.** Чайный куст (*Camellia Sinensis*) представляет собой кустарник или небольшое дерево высотой до 10 м с отстоящими ветвями. Листья овальные, кожистые, с зубчатыми краями (рис. 125).

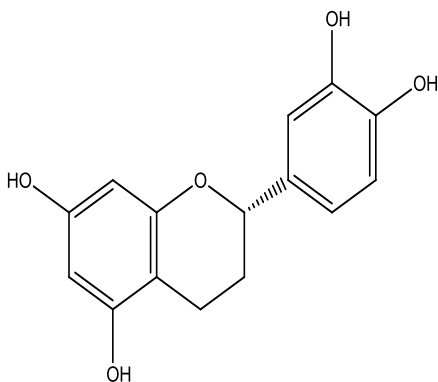


Рис. 125. Зеленый чай *Camellia Sinensis*

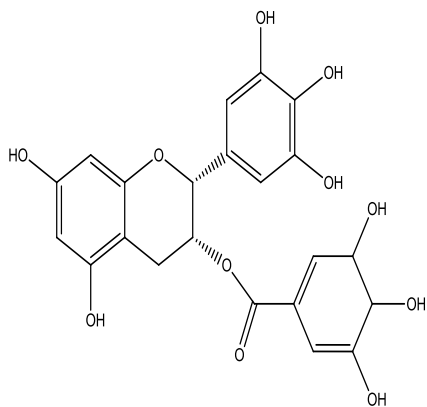
Экстракт зеленого чая содержит полифенолы – катехины, или флавоон-3-олы (примерно 36 %):



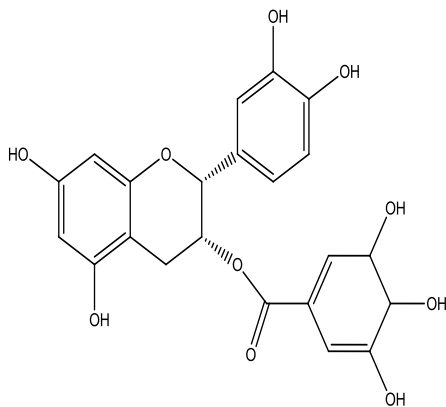
*a*



*б*



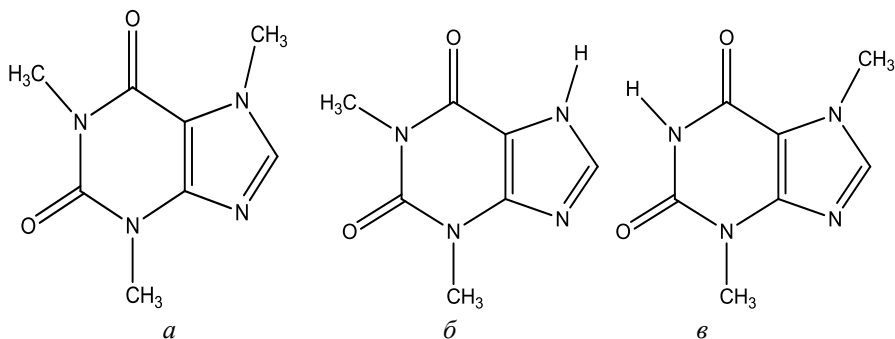
*в*



*г*

*Структурные формулы катехинов (а) – эпигаллокатехин; (б) – эпикатехин; (в) – эпигаллокатехингаллат; (г) – эпикатехингаллат)*

Расположены в порядке уменьшения их содержания в экстракте:  
 – танины;  
 – алкалоиды (кофеин, теин, теобромин, гуанин и т.д.):



*Алкалоиды в составе экстракта зеленого чая: а – кофеин; б – теofilлин; в – теобромин*

- белки (от 16 до 25 %);
- углеводы;
- ферменты;
- минеральные вещества (от 4 до 7 %);
- витамины (А, В, С, Р).

Экстракт зеленого чая в составе косметических композиций:

- обладает выраженным антиоксидантным действием;
- борется с преждевременным старением кожи;
- способствует нормализации обменных процессов в коже;
- заживляет и успокаивает поврежденную кожу;
- стимулирует выработку коллагена;
- смягчает кожу;
- очищает кожу и сужает поры.

**Экстракт граната.** Гранат, или гранатник, или гранатовое дерево (*Punica*) представляет собой листопадный плодовый кустарник или дерево с тонкими ветвями, глянцевыми листьями и воронковидными цветками. Образует шаровидные плоды, имеющие ботаническое название «гранатина» (рис. 126).

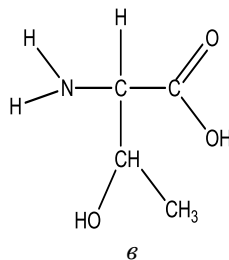
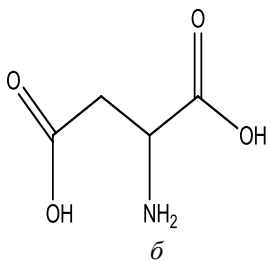
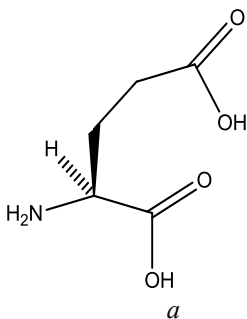




Рис. 126. Плод граната *Punica*

Экстракт граната содержит:

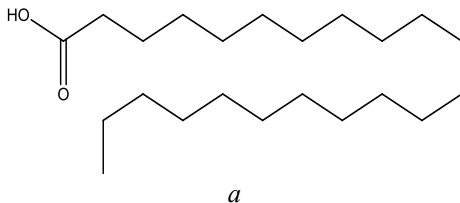
– аминокислоты (лизин, аргинин, серин, глутаминовую кислоту, оксипролин, цистин, гистидин, аспарагиновую кислоту, треонин, аланин, альфа-аминомасляную кислоту):

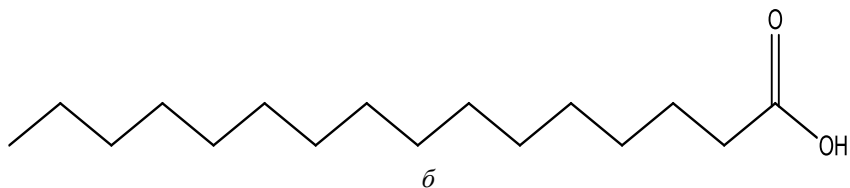


Структурные формулы аминокислот экстракта граната:

*a* – глутаминовая кислота; *б* – аспарагиновая кислота; *в* – треонин

– жирные кислоты (пальмитиновую, линоленовую, бегеновую, олеиновую, стеариновую):





*Структурные формулы жирных кислот экстракта граната: а – бегеновая кислота; б – пальмитиновая кислота*

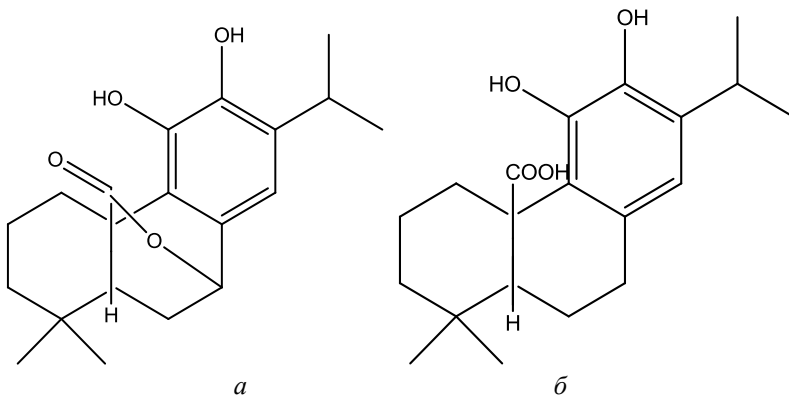
- флавоноиды;
- дубильные вещества;
- органические кислоты (лимонную, винную, яблочную и т.д.);
- витамины (Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, следы витамина А, Р-витаминоподобные вещества);
- макро- и микроэлементы (фосфор, алюминий, хром, кальций, марганец, магний, кремний, никель, медь).

Экстракт граната в составе косметических композиций:

- стимулирует синтез коллагена кожи;
- борется с преждевременным старением кожи;
- обладает выраженным антиоксидантным действием;
- придает коже эластичность;
- восстанавливает липидный барьер кожи;
- снимает шелушение и раздражение;
- увлажняет кожу;
- отбеливает и мягко отшелушивает кожу;
- сужает поры и обладает себорегулирующим действием.

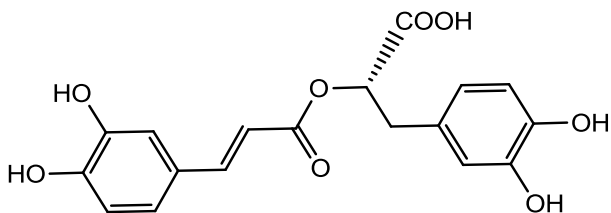
**Экстракт розмарина.** Розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis*) является кустарником высотой 50–200 см с опушенными ветвями, с листьями на коротких черешках вечнозелеными, линейными, с сине-фиолетовыми цветками (рис. 127).

Экстракт розмарина содержит:  
– дитерпеноиды (карнозол, карнозиновую кислоту):



Структурные формулы дитерпеноидов экстракта розмарина:  
а – карнозол; б – карнозиновая кислота

- эфирное масло;
- тритерпеновые кислоты (олеаноловую и урсоловую);
- розмариновую кислоту:



– дубильные вещества;  
– алкалоиды группы пирролидина;  
– макро- и микроэлементы (железо, калий, магний, натрий, цинк, фосфор).

Экстракт граната в составе косметических композиций:

- очищает и тонизирует кожу;
- нормализует работу сальных желез;
- борется с увяданием кожи;
- стимулирует регенерацию клеток;
- способствует сужению пор;
- избавляет от угревой сыпи;
- отбеливает кожу и борется с пигментацией;
- стимулирует кровообращение;
- оказывает омолаживающее действие.

**Экстракт трутового гриба чага.** Гриб чага (*Inonotus obliquus*) по ботанической классификации определяют как трутовик косотрубчатый. Проявляется в виде медленно растущих на коре деревьев бесформенных черных наростов, которые могут достигать 0,5–1,5 м длины, 10–15 см толщины и массы до 5 кг и более (рис. 128).

Экстракты чаги представляют собой коллоидные полидисперсные системы, лечебное и антиоксидантное действие которых связано с наличием в их составе дисперсной фазы – *меланина*. Его содержание в водных извлечениях из гриба может составлять 50–60 % от их сухого остатка. Размеры частиц меланинов по данным электронной микроскопии, атомной силовой микроскопии и ФКС практически не отличаются и имеют следующий диаметр: крупные частицы – 120–320 нм (с колебаниями от 100 до 400 нм) и мелкие – от 60 до 2 нм.

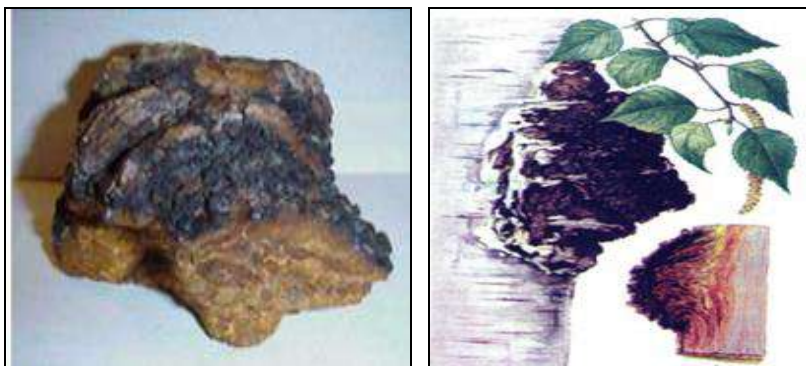


Рис. 128. Трутовый гриб чага *Inonotus obliquus*

В соответствии с вышеизложенным экстракт чаги содержит:

– дисперсная фаза – меланин (рис. 129);

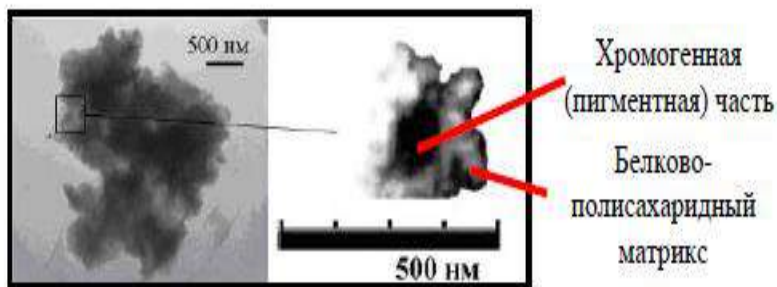
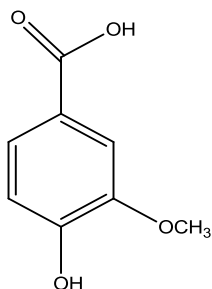
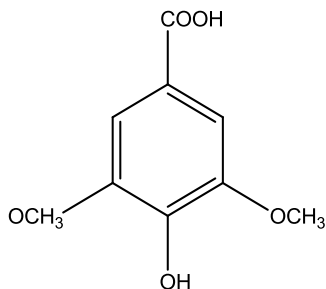


Рис. 129. Снимок электронной микроскопии меланина чаги

- хромогенная часть меланина:
- простые фенолы;
- фенолкарбоновые кислоты (сиреневая, ванилиновая, п-гидроксibenзойная);
- флавоноиды;
- тритерпеноидные и стероидные соединения;
- углеводороды;
- высшие жирные кислоты и т. д.



*a*

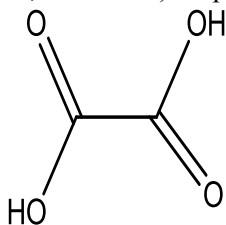


*б*

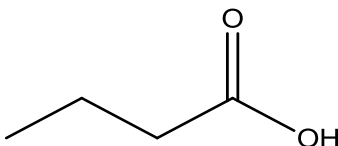
*Структурная формула фенолкарбоновых кислот в составе экстракта чаги: а – ванилиновая; б – сиреневая*

– дисперсионная среда:

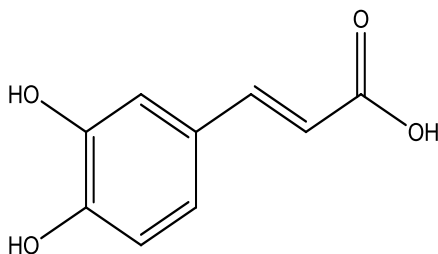
– органические кислоты – алифатические (щавелевая, муравьиная, уксусная, масляная) и ароматические (кофейная кислота и др.);



*a*



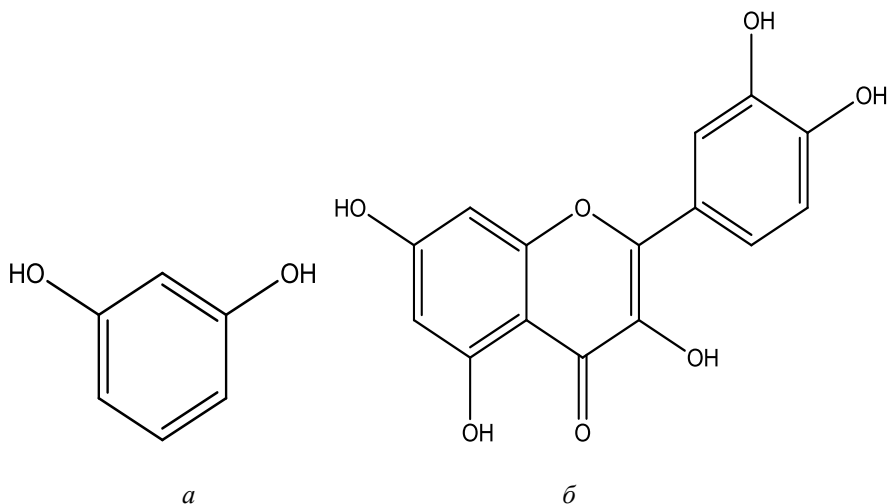
*б*



*в*

*Структурная формула органических кислот в составе экстракта чаги: а – щавелевой; б – масляной; в – кофейной*

– фенольные соединения – до 0,36 % (резорцин, флаваноиды – апигенин и кверцетин):



*Структурная формула фенольных соединений в составе экстракта чаги:  
а – резорцин; б – кверцетин*

- высокомолекулярные компоненты (полисахариды до – 16 % и белки – до 1,5 % от сухого остатка экстракта чаги);
- микроэлементы (K, Mg, Ca, Zn, Fe, Cu и др.).

Экстракт чаги в составе косметических композиций:

- способствует регенерации кожи;
- оптимизирует обменные процессы в тканях;
- предотвращает фотостарение, обезвоживание кожи;
- обладает выраженным антиоксидантным и противовоспалительным действием;
- эффективно борется с угревой сыпью.

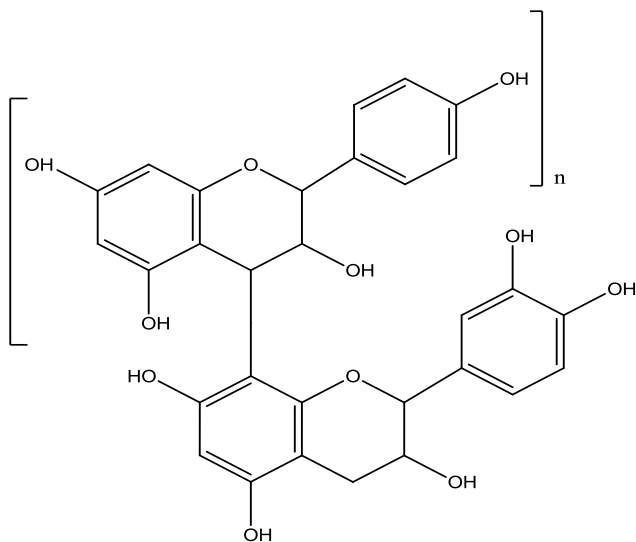
**Экстракт гамамелиса.** Гамамелис (*Hamamelis*) – небольшое листопадное дерево с бурыми звездчато-опушенными побегами, темно-зелеными кожистыми листьями и ярко-желтыми четырехмерными цветками (рис. 130).



Рис. 130. Гаммелис *Hamamelis*

Экстракт гаммелиса содержит:

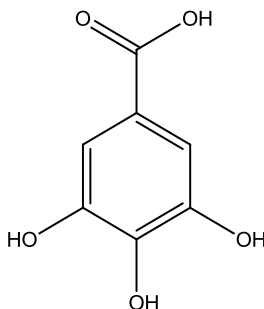
- дубильные вещества;
- органические кислоты (галловую и т.д.);
- флавоноиды и проантоцианидины:



Структурная формула проантоцианидинов



- танины;
- глюкозу;
- галловую кислоту:



Экстракт гамамелиса в составе косметических композиций:

- обладает противовоспалительным действием;
- имеет мощное антиоксидантное действие;
- успокаивает кожу;
- освежает и тонизирует кожу;
- сужает поры;
- восстанавливает поврежденную кожу;
- борется с угревой сыпью;
- усиливает микроциркуляцию крови в капиллярах кожи.

#### 4.1.4. Увлажняющие компоненты

Функция увлажнения – одна из основных для косметических средств различного назначения. Ингредиенты, обеспечивающие увлажнение кожи, вводятся в пеномоющие композиции, декоративную косметику, очищающие средства, эмульсионные и гелевые композиции. Рассматривая механизм увлажняющего действия и особенности действия конкретных компонентов – гидратантов в данном разделе, следует иметь в виду, что эта информация в равной мере относится к широкому спектру косметических продуктов.

Состояние кожи тесно связано с содержанием воды в организме. Главная роль кожного покрова – обеспечение барьерной функции, защита организма от внешних повреждений и снижение потерь жид-

кости. Вода – это основной компонент организма человека, она составляет 70 % от общей массы и 16 % – от внеклеточной массы тела. Вода составляет 71 % кожного покрова. При снижении содержания влаги роговой слой становится менее прозрачным, в результате чего кожа выглядит тусклой. Кроме этого, роговой слой теряет гибкость и может растрескиваться, что вызывает ощущение стянутости и приводит к повышению чувствительности кожи, так как сквозь трещины рогового слоя легко проникают различные аллергены и раздражающие вещества. Обезвоживание приводит к нарушению работы ферментов, отвечающих за отшелушивание ороговевших чешуек.

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что вода является уникальным и универсальным регулятором упругости и увлажненности кожи. Различные вещества могут участвовать в этой регуляции, связывая воду или ускоряя ее перемещение между кровеносными капиллярами и межклеточной средой, между межклеточной средой и клетками, между межклеточной средой и атмосферным воздухом. Вода относительно свободно перемещается через клеточные оболочки по специальным каналам, имеющим белковую природу. Перемещение воды происходит за счет осмотических сил, создаваемых разностью концентраций осмотически активных веществ, растворенных во внутриклеточной и межклеточной жидкости:

а) *неорганических ионов*, которые легко проникают через мембраны и участвуют в быстрых (секунды, минуты) изменениях осмотического давления и объема клеток;

б) *органических соединений*, которые перемещаются через мембраны гораздо хуже, поэтому участвуют в медленных (часы) изменениях осмотического давления и объема клеток;

в) *биополимеров*, для которых клеточные оболочки непроницаемы.

В равновесном состоянии концентрации осмотически активных веществ снаружи и внутри клетки равны. При некоторых условиях это равновесие нарушается – клетка либо набухает, связывая воду, либо сморщивается, отдавая ее. При набухании клеток расправляются мельчайшие складки на поверхности кожи – сглаживается ее микрорельеф. Объем клеток является для большинства органов и тканей строго регулируемой величиной. Исключением из этого правила являются клетки эпидермиса кожи, которые могут значительно увеличивать свой объем при увлажнении. Это связано с необходимостью накопле-

ния и удержания кожей влаги. В отличие от других тканей организма кожа постоянно контактирует с воздухом, а это приводит к непрерывному испарению воды с ее поверхности. Необходимость удерживать влагу привела в процессе эволюции к появлению у кожи соответствующих свойств и механизмов.

1. Клетки гранулярного слоя эпидермиса постоянно синтезируют, накапливают и секретируют в межклеточное пространство различные вещества, которые формируют водонепроницаемый липидный барьер кожи, препятствующий испарению влаги.

2. Потеря воды постоянно восполняется за счет фильтрации жидкости из кровеносных капилляров, расположенных в дерме. Скорость фильтрации в соответствии с законом осмотического равновесия определяется разностью гидростатических и осмотических давлений капиллярной крови и межклеточной жидкости, а также проницаемостью капилляров и клеточных оболочек (рис. 131).

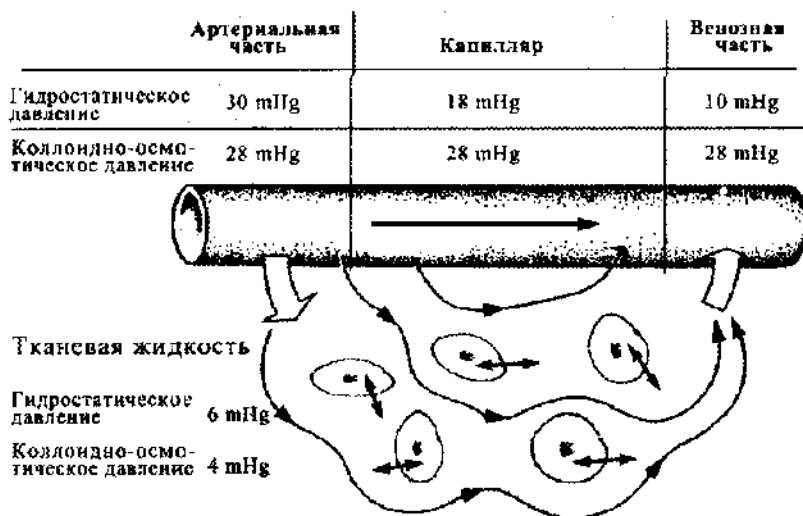


Рис. 131. Движущие силы и пути перемещения воды между капиллярами, межклеточным пространством и клетками. Стрелками указано направление равновесного потока жидкости

3. Фильтрация поддерживает относительно высокое содержание жидкости в дерме (70–80 %). По направлению к поверхности кожи содержание жидкости уменьшается за счет испарения. Гранулярный слой эпидермиса содержит уже 40–60 % воды, а роговой слой – только 20–40 %.

4. Эпидермис обладает высокой способностью связывать воду, т. е. *гигроскопичностью*, которая определяется проницаемостью ее липидного барьера для воды и так называемым природным увлажняющим фактором – *NMF-фактором* (Natural Moisturizing Factor) – количеством гигроскопичных веществ, содержащихся в межклеточном пространстве и внутри клеток.

*Натуральный увлажняющий фактор (NMF)* – обширный комплекс различных молекул, который в основном находится на самой поверхности эпидермиса (в роговом слое), присутствует в его матриксе и обладает способностью притягивать и удерживать влагу. NMF является одним из важнейших и незаменимых элементов здоровой кожи.

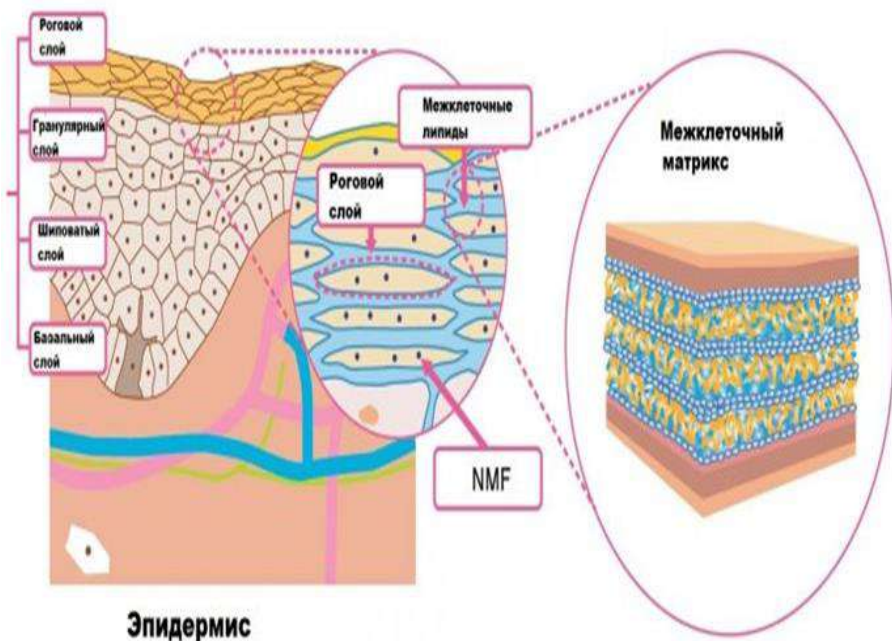


Рис. 132. Компоненты NMF-фактора в структуре эпидермиса

Термин «натуральный увлажняющий фактор» впервые появился в английской научной литературе в 1959 г. и подразумевал как «естественные увлажнители кожи», так и «гигроскопичные растворимые в воде вещества», или же просто «водорастворимые соединения». На то время точный состав и происхождение NMF были неизвестны,

однако было очевидно, что натуральный увлажняющий фактор вовлечен в процесс связывания воды в роговом слое эпидермиса. Позже стало ясно, что NMF играет ключевую роль в поддержании необходимой гидратации кожи (рис. 132).

Адекватный уровень влаги в роговом слое выполняет три основные функции:

- поддерживает пластичность кожи, защищая ее от повреждений;
- обеспечивает нормальную функцию гидролитических ферментов в процессе обновления клеток кожи – отшелушивания омертвевших частиц;
- поддерживает оптимальное состояние кожного барьера – рогового слоя эпидермиса.

NMF как компонент межклеточного матрикса является первой линией защиты кожи от потери воды. Кроме того, NMF позволяет уравновесить осмотическое давление в эпидермисе, «цементируя» его компоненты. Баланс всех компонентов натурального увлажняющего фактора имеет важное значение для предотвращения как дефицита (сухость, морщины), так и чрезмерного притока влаги (отечность, судноловатость).

Все компоненты NMF являются высокоэффективными увлажнителями, которые привлекают и связывают воду из атмосферы, используя ее в корнеоцитах – клетках эпидермиса. Этот процесс может происходить даже при относительно низкой влажности воздуха (50 %) и позволяет корнеоцитам поддерживать необходимый уровень увлажнения кожи.

В состав компонентов NMF-фактора входят следующие вещества:

- 40 % – 17 свободных аминокислот (в том числе глицин, серин, аланин, аспарагин, пролин и др.);
- 18,5 % – электролиты (ионы) хлора (chloride); натрия (sodium); калия (potassium); кальция (calcium); магния (magnesium); фосфата (phosphate);
- 12 % – пирролидонкарбоновая (пироглутаминовая) кислота и ее соли (pyrrolidone carboxylic acid, PCA, sodium PCA);
- 12 % – молочная кислота и ее соли (lactic acid, sodium lactate);
- 8,5 % – полисахариды (например гиалуроновая кислота – hyaluronic acid, глюкозамины, глицерин и пептиды – peptides).

Образование NMF тесно связано с процессом роста и развития основных клеток эпидермиса – кератиноцитов. По мере своего развития кератиноциты накапливают кератин и другие белки, которые постепенно заполняют их цитоплазму. На последних стадиях превращения кератиноциты выплескивают из себя часть своего содержимого, а вместе с ним и особый белок, называемый филагрином. После этого к работе подключаются ферменты, разбирающие филагрин на аминокислоты, которые и становятся аминокислотами NMF. Минеральный состав натурального увлажняющего фактора меняется в зависимости от времени года, и именно эти изменения вызывают снижение влажности рогового слоя в зимний период. В частности, в зимний период в роговом слое значительно понижается уровень калия, натрия, хлоридов и солей молочной кислоты

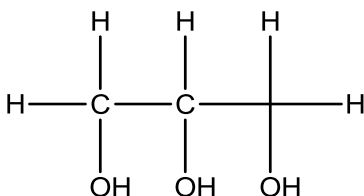
Возвращаясь к основам химии и технологии косметических средств, можно констатировать, что природные механизмы регуляции водного баланса в эпидермисе, а особенно в роговом слое, находят свое отражение и в разработке композиций с эффектом увлажнения. Ингредиенты, которые обеспечивают этот эффект (*увлажнители*), можно разделить на две группы:

1) *Moisturizes* – вещества, препятствующие испарению, уменьшающие трансэпидермальную потерю воды TEWL (Trance Epidermal Water Loss), формирующие на поверхности кожи пленку или проникающие в роговой слой (не глубже!), смягчающие кожу, способные встраиваться в липидные пласты. Эти ингредиенты принадлежат к разным классам химических соединений, существенно различаются по строению и биологическим функциям. Вместе с тем все они обладают одним общим качеством – способностью смягчать роговой слой. Их называют *эмолентами* (от англ. Emollient – смягчающий). Эти ингредиенты, как правило, нерастворимы в воде и являются компонентами масляной фазы косметических средств. Подробно их действие и ассортимент будут проанализированы в ч. 2 данного учебника при рассмотрении косметических эмульсионных систем.

2) *Humectants* – гигроскопичные соединения, удерживающие воду на коже. Они обладают повышенным сродством к воде, поглощают ее из окружающей среды. Это водорастворимые соединения, которые мы подробно рассмотрим в данном разделе, поскольку они часто являются компонентами очищающих средств на водной и спиртоводной основе.

Многие перечисленные соединения или их аналоги могут быть доставлены в кожу с помощью косметических средств – эти ингредиенты практически «имитируют» структуру и функции здоровой кожи. В косметике компоненты натурального увлажняющего фактора (обозначаются на этикетке как NMF или NMFs) составляют весьма обширную группу ингредиентов. Рассмотрим эти компоненты более подробно.

**Глицерин (INCI: Glycerol):**



Бесцветная, вязкая, смешивающаяся с водой в любых пропорциях жидкость, сладкая на вкус, отчего и получила свое название (др.-греч. γλυκός – сладкий). Температура кипения 290 °С. Глицерин нетоксичен, биологически разлагаем, не имеет запаха. Увлажняющее действие этого ингредиента тесно связано с влажностью воздуха (рис. 133). Глицерин чрезвычайно гигроскопичен и обладает дозозависимым и накопительным увлажняющим эффектом. С уменьшением влажности воздуха до 60 % наблюдается резкое уменьшение увлажнения кожи. В сухом воздухе глицерин способен вытягивать воду из рогового слоя, что оказывает противоположный увлажнению эффект.

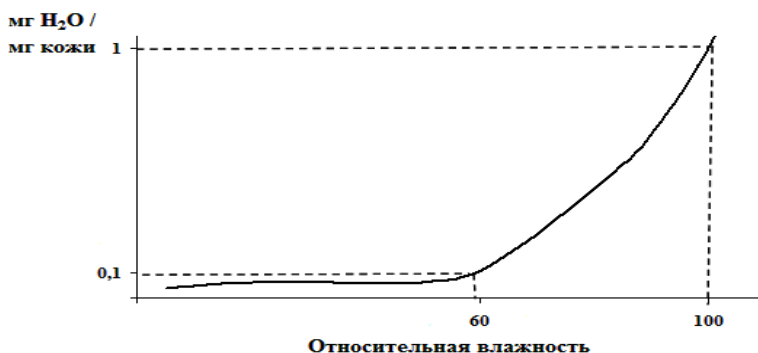


Рис. 133. Увлажняющее действие глицерина при 23 °С

Физико-химические свойства рогового слоя во многом зависят от баланса между его двумя фазами – жидкокристаллической и твердокристаллической. Этот баланс тесно связан с количеством ненасыщенных жирных кислот в липидах рогового слоя, соотношением липидов кожи, находящихся в жидком и твердом состоянии, и количеством воды. Со снижением температуры воздуха в роговом слое может возрасти уровень липидов, переходящих в твердое состояние. Присутствие глицерина в роговом слое как увлажнителя может обеспечивать более высокий процент липидов, находящихся в жидком состоянии. Многочисленными исследованиями доказано, что добавление глицерина уменьшает агрессивное воздействие на кожу различных моющих средств. Имеются сведения и о фотопротекторной активности глицерина. Многогранные эффекты глицерина схематично отражены на рис. 134.

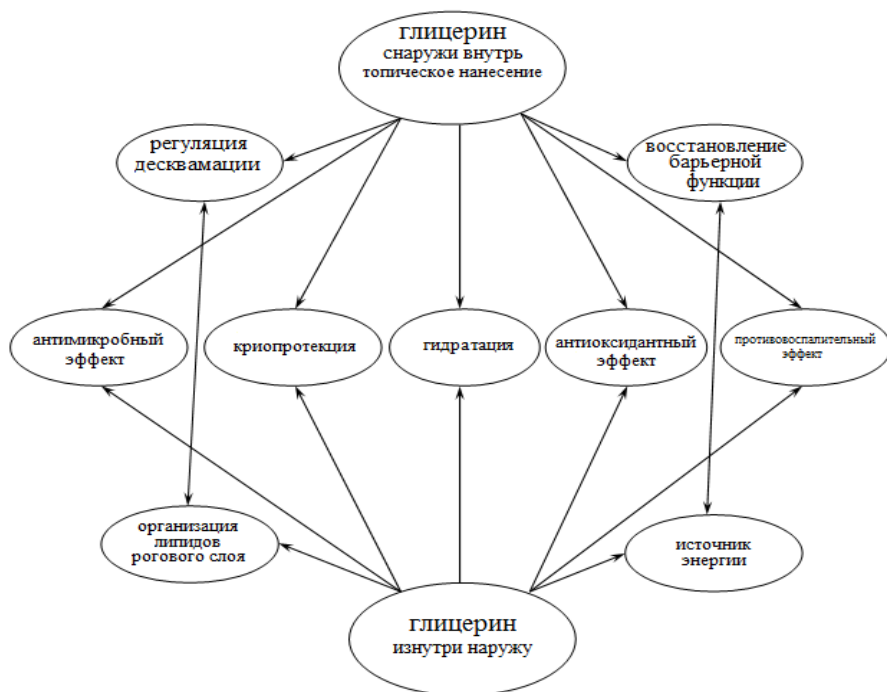
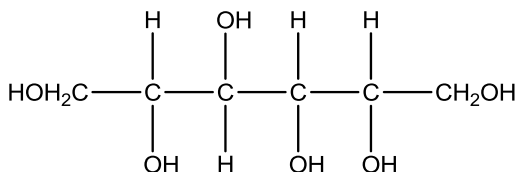


Рис. 134. Различные аспекты действия глицерина на кожу



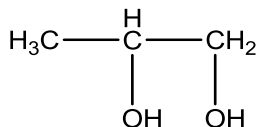
В косметических средствах используется химически чистый глицерин, полученный из натуральных жиров. Имеет широкий спектр использования – в очищающих средствах, пеномоющих композициях, кремах и других косметических эмульсиях, косметических гелях, зубных пастах и т. д. В связи с высокой температурой кипения производство глицерина (с дистилляцией) пожаро- и взрывоопасно. Стоимость этого ингредиента высока, в связи с чем его могут в рецептурах заменить полностью или частично на другие многоатомные спирты.

***Сорбитол (INCI: Sorbitol):***



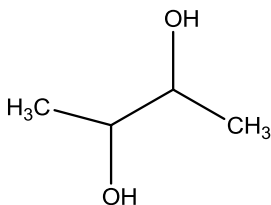
Сорбитол – шестиатомный спирт. Молярная масса 182,17 г/моль, температура плавления 95 °С, температура кипения 296 °С. Представляет собой мелкие кристаллы или порошок без запаха, со сладковатым привкусом. Растворим в воде и этаноле, не растворяется в маслах. Используется в пищевой промышленности в качестве подсластителя, консерванта. Это пищевая добавка E420. Признан безопасным для использования во всем мире, включая регуляторные органы ЕС и Всемирную организацию здравоохранения. В естественном виде встречается в косточковых плодах, водорослях, высших растениях. Действие сорбитола во многом аналогично действию глицерина, он также является увлажнителем во влажном воздухе, предотвращает замерзание средства. При использовании в эмульсионных системах улучшает их текстуру. Придает блеск волосам и улучшает их структуру. Используется в увлажняющих кремах, лосьонах, масках, дезодорантах, зубных пастах, прозрачных гелях и т. д. Обладает эмульгирующими свойствами. При превышении 10 % в составе композиции может вызывать липкость. Вводится в водную фазу в процентном соотношении не более 5 %.

**Пропиленгликоль, пропандиол-1,2 (INCI: Propylene Glycol, 1,2-propanediol):**

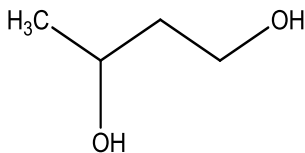


Пропиленгликоль – бесцветная вязкая жидкость со слабым характерным запахом, сладковатым вкусом, обладающая гигроскопическими свойствами. Плотность 1,04 г/см<sup>3</sup>, температура кипения 188,2 °С, температура плавления 59 °С, молярная масса 76,09 г/моль. Нетоксичен, является пищевой добавкой с номером E1520. Основа мазей в фармации. Пропиленгликоль является растворителем многих косметических ингредиентов – красителей, душистых веществ, антиоксидантов, консервантов, натуральных масел, неорганических добавок. В производстве косметических средств широко используются пропиленгликолевые экстракты растений. Пропиленгликоль смягчает кожу, снижает температуру замерзания и препятствует плавлению косметики при высоких температурах. Аналогичен по зависимости гигроскопичности от влажности воздуха другим многоатомным спиртам. Обладает противомикробной активностью. Используется в широкой гамме косметических продуктов. Рекомендуемое содержание – до 10 %, может использоваться в детской косметике. В составах средств для волос пропиленгликоль облегчает их расчесываемость и увеличивает прочность волос при растяжении, на вьющихся волосах усиливает завиток. Проявляет поверхностно-активные и эмульгирующие свойства, оказывает положительное влияние на пенообразующую способность шампуней, проявляет свойства со-ПАВ. Увеличивает стабильность композиции при низких температурах. Оказывает влияние на вязкость продуктов. Иногда вызывает реакции сенсибилизации, и его заменяют на бутиленгликоль.

**Бутиленгликоль (INCI: Butylene glycol):**



бутандиол-2,3



бутандиол-1,3

В косметических рецептурах чаще встречается бутандиол-1,3. Функции бутиленгликоля в косметической продукции могут варьироваться и зависеть от формулы. Бутиленгликоль позиционируется как влагоудерживающее вещество, выступает в качестве поверхностно-активного вещества (ПАВ), способствует скольжению. Бутиленгликоль регулирует водный баланс кожного покрова, образует защитную пленку на коже, предохраняет от сухости, придает коже особую мягкость и эластичность. В рецептурах косметических изделий часто используется как химический энхансер, компонент, усиливающий действие других ингредиентов, способствующий проникновению других веществ в роговой слой, например консервантов, отдушек, увлажняющих добавок.

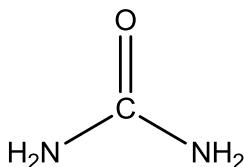
Часто применяется в лаках для волос, средствах для укладки волос. Распространенный растворитель для парфюмерных ароматических масел. В отличие от пропиленгликоля он не вызывает реакции сенсибилизации; обладает большей биоцидной активностью и позволяет уменьшить количество консервантов в рецептуре; обладает лучшей способностью растворять нерастворимые в воде ингредиенты, а также способствует большей степени экстракции при производстве растительных экстрактов; препараты, в состав которых он входит, придают ощущение гладкости кожи. Он применяется в рецептурах при производстве кремов, лосьонов, дезодорантов и антиперспирантов, средств для укладки и др.

Безопасность использования бутиленгликоля задокументирована современными исследованиями и одобрена такими организациями, как CTFA (Cosmetic Ingredient Review of the Cosmetic, Toiletry and Fragrance Association). Бутиленгликоль и пропиленгликоль наряду с глицерином одобрены для использования в косметике Европейской ассоциацией COLIPA (Ассоциация по косметике, туалетным принадлежностям и парфюмерии) как вещества, предотвращающие высыхание косметических средств и позволяющие без существенного понижения концентрации активных ингредиентов увеличить текучесть косметики, а также в качестве растворителей для других компонентов.

Бутиленгликоль и пропиленгликоль – аналоги. В то же время бутиленгликоль обладает существенным преимуществом, а именно оказывает более мягкое воздействие на организм человека ввиду меньшей токсичности. Это обусловлено разницей в значениях моляр-

ной массы данных веществ (как известно, токсичность гликолей убывает с увеличением молярной массы). Сравнительные дерматологические исследования средств, содержащих пропиленгликоль и бутиленгликоль, показали, что количество зарегистрированных случаев аллергической реакции относительно бутиленгликоля меньше, что, по-видимому, связано с тем, что бутиленгликоль обладает меньшей активностью как энхансер (усилитель проницаемости). Именно поэтому в косметических продуктах, предназначенных для детей, косметике и в средствах для чувствительной кожи предпочтение должно отдаваться бутиленгликолевым экстрактам.

***Мочевина (INCI: Urea):***

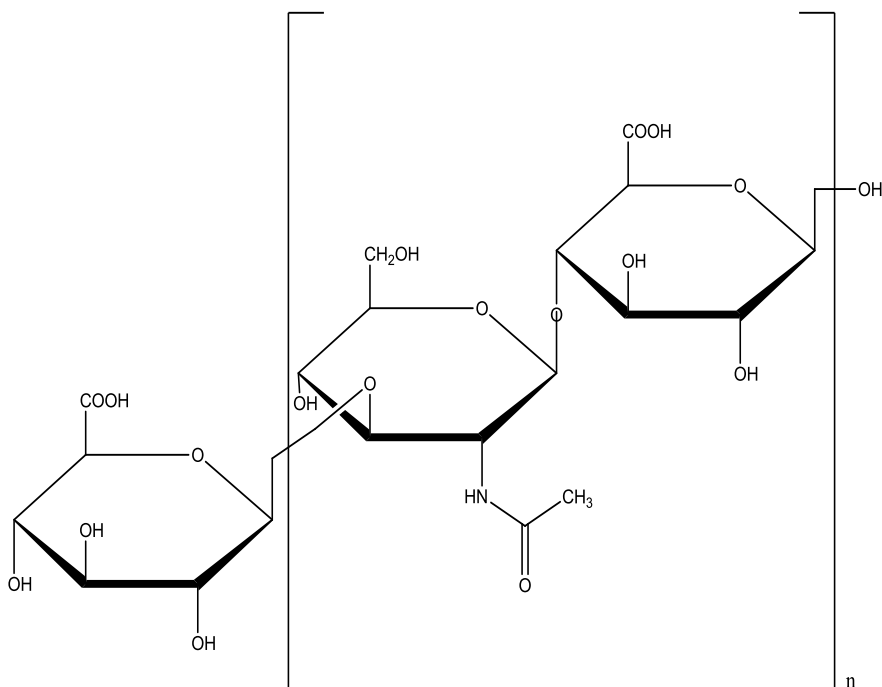


Бесцветные кристаллы без запаха. Молярная масса 60,07 г/моль, плотность 1,32 г/см<sup>3</sup>, температура плавления 132,7 °С. Мочевина хорошо растворима в полярных растворителях (воде, этаноле), нерастворима в неполярных растворителях (алканах, хлороформе). Компонент NMF-фактора. Особенность мочевины – в очень маленьких размерах ее молекул, и эту особенность с успехом используют фармацевты и косметологи. Мочевина способна служить хорошим энхансером (проводником) нужных веществ в глубокие слои кожи, увлекая туда не только воду, но и питательные, и лекарственные компоненты. Обладает увлажняющим, отшелушивающим, антигрибковым и противомикробным действием. Мочевина в высокой концентрации входит в состав наиболее эффективных препаратов для лечения грибковых поражений ногтей, а также мазей от ожогов. В косметических средствах используется в количестве 1–5 %.

Мочевину можно встретить в перечне ингредиентов шампуней, красок для волос, кремов для рук и молочка для лица, кремов для увядающей и чувствительной, сухой и шелушащейся кожи, средств для ухода за зоной декольте и за областью вокруг глаз, косметических лосьонов и других очищающих средств. В качестве увлажняющего,

антисептического, дезодорирующего компонента мочевины включают в лосьоны, антиперспиранты, зубные пасты. Мочевина – прекрасный эксфолиант. Она разрушает межклеточные связи ороговевших клеток эпидермиса и способствует их отшелушиванию. Благодаря воздействию мочевины кожа освобождается от отмерших клеток и быстрее обновляется. Даже отмершие слои ногтей удаляются благодаря наличию мочевины в кожном секрете. Мочевина практически не обладает аллергическим воздействием, в результате ее применения ускоряется рассасывание шрамов и рубцов, смягчается кожа и повышается ее эластичность. Не рекомендована для детской косметики и для чувствительной кожи.

***Гиалуроновая кислота, гиалуронат натрия (INCI: Hyaluronic Acid, Sodium Hyaluronate):***



Компонент NMF-фактора. Гиалуроновая кислота (ГК) – линейный полисахарид, состоящий из чередующихся звеньев D-глюкуроновой

кислоты и N-ацетил-D-гликозамина. Это белый порошок, который медленно, но полностью растворяется в воде, образуя вязкий прозрачный раствор, а при концентрации 1 % – слегка опалесцирующий гель. Название происходит от *hyaloid* (стекловидный) и *uronic acid* (уроно-вая кислота). В 1934 г. Мейер выделил гиалуроновую кислоту из стекловидного тела бычьих глаз. В сороковых годах прошлого века использовалась для лечения ожогов, обморожений, травматических поражений кожи. Природная гиалуроновая кислота имеет молекулярную массу от 70000 до 4000000 Да.

Благодаря наличию в молекуле гидрофобных и гидрофильных участков, высокомолекулярная гиалуроновая кислота в растворе приобретает пространственную структуру в виде закрученной ленты. Цепи, находясь в постоянном движении, образуют в трехмерном пространстве рыхлый клубок, состоящий из петель (доменов) разной величины. Являясь анионным полиэлектролитом, молекула гиалуроновой кислоты способна связывать и удерживать за счет водородных связей 200–500 (по некоторым источникам – до 1000) молекул воды. Поэтому дерма, содержащая значительное количество ГК, насыщена водой, что обеспечивает коже упругость и устойчивость к внешнему воздействию.

В природе гиалуроновая кислота содержится в стекловидном теле глаза, суставной жидкости, гребешках молодых петухов-бройлеров, сыворотке млекопитающих, пупочных канатиках новорожденных, акулийх шкурах и китовых хрящах, а также в клетках некоторых бактерий. Уже сам по себе столь экзотический перечень источников сырья объясняет высокую коммерческую стоимость этой кислоты. В настоящее время в некоторых странах налажено биотехнологическое производство гиалуроновой кислоты бактериальной ферментацией сахара до высокой степени чистоты с использованием высокопродуктивных штаммов. Биологические функции гиалуроновой кислоты весьма разнообразны, но главное ее значение состоит в том, что она является одним из важнейших компонентов соединительной ткани, выполняющим роль цементирующего агента, участвует в процессе роста и регенерации тканей, регуляции проницаемости клеточных мембран и во многих других процессах, обеспечивающих нормальное функционирование организма. 50 % всей гиалуроновой кислоты, которая содержится в организме человека, находится в коже. С возрастом ее синтез снижается, ускоряется разрушение под дей-

ствием различных факторов. Очевидно, что ГК жизненно важна для нормального функционирования всех дермальных слоев. Это обуславливает ее применение в косметических средствах.

Гиалуроновая кислота прекрасно совместима с кожей, никогда не вызывает раздражения и аллергической реакции. Поскольку гиалуроновая кислота нестабильна в форме кислоты, ее обычно получают и очищают как натриевую соль (гиалуронат натрия). Аналогичными свойствами обладают ее натриевая и калиевая соли, которые также используются в косметике. Раствор гиалуроновой кислоты хорошо распределяется по всей поверхности кожи, образуя легкую пленку, которая весьма активно поглощает влагу из воздуха.

В настоящее время существуют две противоположные точки зрения относительно того, проникает ли гиалуроновая кислота через эпидермальный барьер. Согласно одной из них включение гиалуроновой кислоты в косметические препараты приводит лишь к поверхностному эффекту – созданию на поверхности кожи проницаемой пленки, под которой в коже активно протекают естественные процессы. Согласно другой гипотезе ГК способна проникать в глубокие слои кожи и, более того, способствует переносу других веществ. Вторая точка зрения получила недавно экспериментальное подтверждение, причем оказалось, что сквозь кожу проникают довольно крупные комплексы гиалуроновой кислоты с молекулярной массой 360–400 кДа.

По сравнению с другими распространенными увлажнителями гиалуроновая кислота имеет ряд преимуществ. При нанесении косметического средства на кожу образованная после испарения воды пленка обладает пористостью и не препятствует газообмену (в том числе кислородному). Присутствие в косметическом изделии даже небольших количеств гиалуроната натрия, всего до 0,5 %, замедляет испарение воды с поверхности кожи. Наличие пористой пленки улучшает ее внешний вид и способствует удержанию влаги в большей степени, чем это наблюдается у глицерина и сорбитола. При этом в отличие от глицерина она сохраняет свою активность в сухой атмосфере. Такое свойство можно назвать «эффектом памперса» – поглощенная вода удерживается внутри в виде геля и не испаряется даже при понижении относительной влажности окружающего воздуха. ГК вводится в широкий спектр косметических средств:

– косметика по уходу за кожей (кремы, гели, молочко, лосьоны) – 0,005–0,1 %;

– аптечная косметика (кремы, гели, молочко, лосьоны, шампуни) – 0,1–5,0 %;

– профессиональная косметика (кремы, гели, молочко, лосьоны, маски, капсулы, инъекционные препараты) – 0,5–3,5 %;

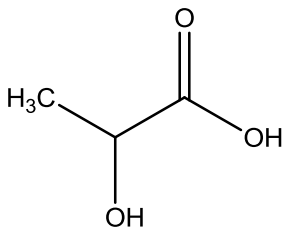
– косметика для волос, жидкие мыла (шампуни, ополаскиватели, бальзамы, мыла, лосьоны) – 0,001–0,5 %;

– специальные защитные средства (гели, кремы, биоперчатки) – 0,1–1,0 %;

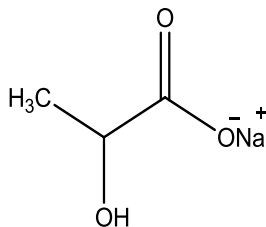
– солнцезащитная косметика и средства для загара (гели, кремы) – 0,1–1,0 %.

Гиалуронат натрия вводится в косметические средства в количестве 0,1–1 %.

**Молочная кислота (INCI: Lactic Acid. Лактат натрия (INCI:Sodium Lactate):**



*Молочная кислота*

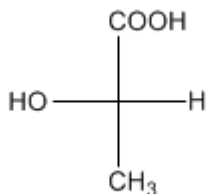


*Лактат натрия*

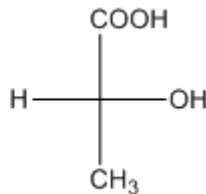
Молочная кислота – α-оксипропионовая кислота. Компонент NMF-фактора. Молярная масса 90,08 г/моль, температура плавления 18 °С (рацемат), температура кипения 122 °С. Бесцветные кристаллы ниже температуры плавления. Из-за высокой гигроскопичности молочной кислоты обычно используют ее концентрированные растворы. Водные растворы – сиропообразные бесцветные или слегка желтоватые жидкости кислого вкуса без запаха. Впервые она была выделена и описана в 1780 г. шведским химиком Карлом Вильгельмом Шееле. Несколькоми годами позже другому шведскому ученому, Йенсу Якобу Берцелиусу, удалось выделить лактаты (соли молочной кислоты). Содержится



в кислом молоке, йогурте, чернике, страстоцвете, кленовом сиропе, яблоках, томатном соке, винограде. Важнейший продукт обмена веществ в живых организмах, воздействует на процессы регенерации и обновления кожи, стимулирует выработку коллагена, эластина, обладает выраженным увлажняющим действием. Молочная кислота является оптически активным веществом, имеет два оптических изомера – L (правовращающая) и D (левовращающая):



*L- молочная кислота*



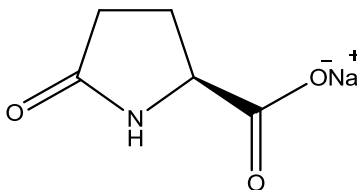
*D- молочная кислота*

Биологически значимая для животных и человека форма – это L-изомер. В природных экстрактах и продуктах молочная кислота присутствует в виде смеси двух изомеров (рацемата), а вот в состав дерматологических и косметических препаратов теперь включают только L-форму. Было обнаружено прямое стимулирующее действие молочной кислоты на биосинтез церамидов и формирование липидных структур рогового слоя. Причем оказалось, что этот эффект зависит от изомерной формы молочной кислоты. В экспериментах *in vitro* было показано, что L-изомер на 300 % повышает синтез церамидов, в то время как D-изомер – только на 100 %. *In vivo*-результаты были несколько иными: лосьон L-молочной кислоты повысил синтез церамидов на 48 %, лосьон смеси двух изомеров D/L – на 25 %, в то время как лосьон D-молочной кислоты эффекта не оказал.

Как показали исследования, содержание молочной кислоты в роговом слое в зимнее время снижается. Предполагают, что это влияет на появление признаков зимнего ксероза (повышенной сухости кожи). Скорректировать такое состояние помогут косметические средства с молочной кислотой. В косметических средствах с увлажняющим эффектом ее содержание не рекомендуется превышать 1 % в связи с кератолитическим (отшелушивающим) действием. Необходимо учитывать возможность повышения кислотности продукта при ее введении. Обычно в качестве ингредиента используют L-молочную кислоту (80 %

водный раствор). При этом во избежание жжения и раздражения кожи ее часто используют совместно с лактатом натрия. Содержание в рецептурах: 0,5 % молочной кислоты (80 %) и 1 % лактата натрия (порошок); 0,5 % молочной кислоты (80 %) и 1,6 % 60 % водного раствора лактата натрия.

***Пироглутамат натрия (INCI: Sodium pyroglutamate):***



Температура плавления 125 °С, температура кипения 453,1 °С при 760 мм рт. ст. Является физиологическим увлажняющим средством эпидермиса. Компонент NMF-фактора. Пироглутаминовая кислота образуется в глубоких слоях кожи и по мере выхода на поверхность переходит в пироглутамат натрия. Этот увлажняющий агент превосходит по эффективности традиционные глицерин (в 1,5 раза), сорбитол (в 6 раз), пропандиол (в два раза) при одинаковых условиях окружающей среды. Существует линейная зависимость между содержанием пироглутамата натрия в коже и содержанием воды. Как ингредиент используется в виде 45–52 % раствора (Na-PCA). В средствах ухода за волосами снижает статическое электричество. В качестве товарного продукта используется две формы: более растворимый оптический L-изомер и рацемический DL.

При нанесении на кожу всасывается в ограниченной степени. Na-PCA не приводит к закупорке пор и образованию комедонов (некомедогенен), не раздражает глаза и кожу – даже в концентрациях до 50 %, не способствует фототоксичности или сенсибилизации. Он быстро поддается биологическому разложению. Растворимый в воде и этаноле и нерастворимый в маслах, он вводится для увлажнения во многие средства по уходу за кожей и за волосами, в том числе в гели, кремы, лосьоны, шампуни, кондиционеры, помады и базы для макияжа. Добавление этого компонента в пеномоющие композиции может снижать их вязкость.

Рекомендуемая концентрация в рецептурах: 0,5–5 % (по другим источникам 0,5–10 %, 0,2–4 %). Вводится в водную фазу рецептуры. Стабилен при низких и высоких температурах.

**Другие увлажняющие компоненты.** Аминокислоты входят в состав натурального увлажняющего фактора в значительно большем количестве сравнительно с другими компонентами. Наибольшее содержание: серин (20 %), цитрулин (4–16 %), треонин (4–9 %). Аспаргин, глицин, лейцин, валин, гистидин, лизин, фенилаланин составляют в сумме 3–5 %. На долю глутаминовой кислоты приходится 0,5–2 %. Эти данные, полученные еще в 1956 г., до сих пор сохраняют свою достоверность.

Однако в очищающие и другие косметические средства аминокислоты редко вводятся в свободном состоянии. Как правило, применяют смесь из аминокислот, чаще в виде белковых гидролизатов, например сои и других растительных продуктов, шелка, коллагена, эластина. Причем их введение должно осуществляться при невысокой температуре (до 40 °С). Для сохранения эффективности аминокислот нежелательно присутствие альдегидных соединений в изделии, например в отдушках. Кроме того, смесь аминокислот несовместима с дигидроксиацетоном, компонентом изделий для искусственного загара. Разработан ряд эффективных коммерческих увлажнителей, созданных на основе гидролизатов коллагена, большинство из которых обладают увлажняющими свойствами, значительно превосходящими NMF.

Выраженным увлажняющим действием обладает *хитозан* – полисахарид, получаемый из панцирей морских ракообразных. В последние годы он стал объектом пристального изучения и многочисленных патентов. По сумме своих потребительских свойств он способен заменить гиалуроновую кислоту, имеет более широкую сырьевую базу и меньшую стоимость. В составе косметических средств дает тонкую, пористую гидрофильную пленку на поверхности кожи, обеспечивая эффективное увлажнение.

В качестве ингредиента используется  $\beta$ -глюкан – высокоэффективный и современный препарат – полисахарид, получаемый из клеточной стенки пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, который образует на коже увлажняющую пленку, защищает кожу от УФ-излучения, обладает иммуностимулирующим действием.

Применяются также *сывороточный альбумин* (белковая фракция сыворотки крови), молочная сыворотка, гидролизаты планктона и рыбной муки, содержащие аминокислоты, нуклеопротеины, пептиды, полисахариды и др.

*Биополимеры* – многофункциональные ингредиенты косметических средств, обладающие, кроме увлажняющего действия, комплексом других полезных свойств. Они широко используются в эмульсионных системах, декоративной косметике, косметических гелях. В данном разделе мы не рассматриваем все свойства этих ингредиентов подробно. Этот материал будет освещен во второй части учебника – «Эмульсионные и гелевые системы».

### 4.1.5. Гидролаты

*Гидролаты* – это водные системы, полученные путем паровой дистилляции воды через растительный материал. Когда пары воды проходят через растительный материал, они насыщаются ценными водорастворимыми компонентами, содержащимися в растениях: эфирными маслами, кислотами, биофлаваноидами, витаминами.

Пар извлекает из растения больше ценных веществ, чем вода, поэтому содержание экстрагированных веществ в гидролате значительно больше, чем в обычном отваре, при этом в гидролат не попадают различные «балластные» вещества – соли, красящие, дубильные вещества, горечи, поэтому воздействие гидролата намного эффективнее и безвреднее, чем воздействие отвара или настоя.

Гидролаты оказывают очень мягкое, но эффективное воздействие. Чаще всего их применяют как самостоятельное косметическое средство в товарных формах, наружно, неразведенными, в виде спрея. Наиболее эффективный способ использования гидролатов – распыление, позволяющее нанести нужное количество гидролата на необходимый участок кожи. Вместе с тем гидролаты используются и как косметические ингредиенты, которыми заменяется часть воды в рецептурах тоников, мицеллярной воды, а также других косметических средств. Гидролаты можно использовать для приготовления компрессов, ванн, косметических масок для кожи и волос, на их основе можно готовить кремы, тоники и скрабы; в шампуни можно добавлять до 50–

70 % гидролата, это позволит значительно смягчить действие моющих поверхностно-активных веществ и придаст волосам блеск.

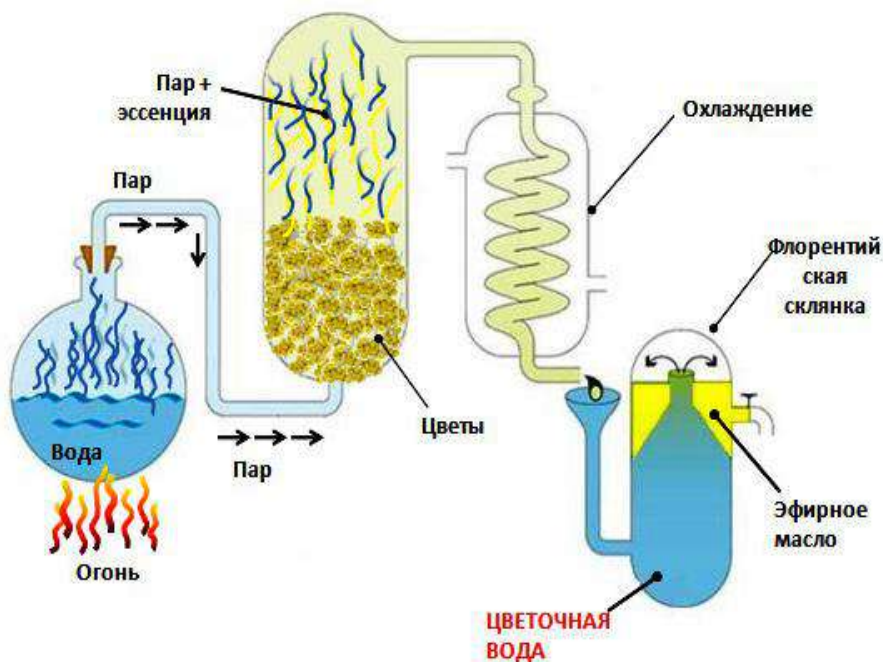


Рис. 135. Схема получения гидролатов

Гидролаты по праву можно отнести к классу натуральной косметики. При этом вода проходит через растительный материал много раз, вследствие чего в составе будущей душистой воды оказываются не только водорастворимые экстракты растений, но и множество полезных элементов и эфирные масла.

По активным компонентам свойства гидролатов близки к свойствам соответствующих эфирных масел. Многие специалисты предлагают воспринимать цветочную воду как водный, низкоконцентрированный раствор эфирных масел, альтернативу концентрированным масляным смесям. Исследования показали, что гидролаты нельзя считать истинным раствором – в них присутствуют коллоидные частицы масляной фазы.

Гидролаты являются ценным косметическим материалом. Они часто используются в средствах для лечения кожных заболеваний, для чувствительной кожи, для детей и пожилых людей.

Цветочная вода иногда используется в качестве спрея, для приготовления масок с глиной, в ингаляциях, в качестве базы для лосьонов после бритья или восков для эпиляции. Также цветочная вода может использоваться для ополаскивания волос, благодаря своему богатому составу.

Самым востребованным по праву можно выделить гидролат розы (розовая вода).

#### *Гидролат розы:*

- обладает омолаживающими, питательными, увлажняющими свойствами;
- применяется для ухода за сухой, преждевременно стареющей кожей, увлажняет, насыщает кожу витаминами и микроэлементами;
- снимает сухость и воспаление глаз;
- используется при полоскании ротовой полости, воспаленных десен и горла;
- отличается высоким содержанием розового масла.



Благодаря содержанию растворимых в воде компонентов розового масла, душистая вода обладает ароматом свежесрезанного цветка. Розовая вода считается наилучшим косметическим средством для ухода за кожей лица, способствует разглаживанию морщин, укреплению капилляров, устраняет чрезмерную сухость, увлажняет кожу. Гидролат розы обладает бактерицидным свойством, является эффективным средством для лечения ангины, тонзиллитов, конъюнктивитов и многих других воспалительных процессов.



*Гидролат лаванды:*

- подходит для всех типов кожи, увлажняет, насыщает витаминами и микроэлементами;
- обладает регенерирующим действием на кожу;
- снимает воспаление после солнечных ожогов;
- придает блеск и увлажненность волосам;
- используется в гинекологии в комплексе лечения воспалений.

Лавандовая вода хорошо очищает и питает кожу, в меру увлажняет ее, снимает раздражение, воспаление, покраснение, шелушение. Делает кожу упругой, предупреждает образование морщин, облегчает боль и жжение при солнечных ожогах. Ароматическая вода лаванды обладает выраженной бактерицидной активностью, антисептическими свойствами. Примочки из лавандовой воды лечат угри, экзему. В гинекологии рекомендуются спринцевания лавандовой водой при белях. Компрессы с лавандовой водой, подогретой до 38–40 °С, эффективны при суставных и ревматических болях. Прием ванн с лавандовой водой воздействует на организм успокаивающе, способствует снижению раздражительности и повышенной возбудимости, помогает быстро восстановиться после длительного физического и умственного напряжения.

*Гидролат корня лопуха:*

- незаменимое средство для ухода за волосами;
- укрепляет луковицы, профилактика облысения;
- кладезь биологически активных веществ;
- используется для ухода за жирной кожей, а также после пилинга, скраба, бритья.





По химическому составу это – настоящий корень жизни, кладезь полезных и биологически активных веществ. При использовании перед наложением крема усиливает его эффект благодаря большому количеству витаминов и минералов. Вода корня лопуха – незаменимое средство для ухода за волосами любого типа: стимулирует рост волосистой луковицы, укрепляет волосистый стержень, оказывает противовоспалительное и бактерицидное действие, придает волосам гладкость, блеск и объем, эффективна для профилактики облысения. Особенно хорошо гидролат лопуха подходит для ухода за жирной кожей – снимает раздражение, регулирует секрецию сальных желез, является отличным антиоксидантом, ускоряет регенерацию поврежденной кожи. Успокаивает и смягчает кожу после загара, рекомендуется для тонизации кожи после скраба или пилинга, а также после бритья.

*Гидролат иссопа:*

- предназначен для ухода за жирной и комбинированной кожей, выравнивает цвет лица;
- успокаивает, восстанавливает кожу после агрессивного воздействия (чистка, пилинг, бритье, эпиляция), заживляет раны и порезы;
- используется в комплексном лечении дерматитов, экзем, кожных аллергий;
- используется для укрепления волос, профилактики перхоти и себореи.



В косметологии гидролат иссопа прекрасно успокаивает, увлажняет и придает здоровый вид проблемной и жирной коже. Также помогает в восстановлении любых повреждений кожных покровов. При ополаскивании волос и массаже кожи головы благотворно влияет на состояние и рост волос. Компрессы с иссоповой водой – эффективное средство от ушибов, гематом, кровоизлияний. А ингаляции применяются для дыхательной гимнастики при астматическом



компоненте, одышке. Примочки из иссоповой воды облегчают мышечные боли и используются при синяках, порезах, дерматите кожи.



*Гидролат календулы:*

- подходит для нежной детской кожи;
- обладает мягким очищающим свойством;
- эффективен для жирной кожи с закупоренными порами;
- снимает воспаления и покраснения кожи;
- помогает при кровоточивости десен.

Эффективен для питания, восстановления, обновления клеток. Рекомендуются как мягкое очищающее средство для раздраженной и воспаленной кожи. Традиционно используется для лечения порезов, царапин, при язвах на коже. Быстро останавливает кровотечение. Гидролат цветков календулы подходит для разных типов кожи, в том числе и детской. Следует отметить, что эфирное масло календулы – единственное масло, которое можно применять в косметических средствах для детей. Справляется с сильными повреждениями кожи при пеленочном дерматите. Применение гидролата существенно ускоряет процессы регенерации зрелой кожи. Восстанавливает кожный покров, повышает прочность капилляров, сужает поры и активно тонизирует клетки. Матирует и поддерживает здоровый и ухоженный вид кожи в течение всего дня. При полоскании полости рта снижает и ликвидирует кровоточивость десен.

*Гидролат липы:*

- очищает, успокаивает и регенерирует кожу;
- замедляет процессы старения;
- является отличным увлажняющим тоником;
- применяется при бессоннице, стрессе, нервном истощении;
- устраняет зуд кожи головы.



Нежный тоник, предназначенный для сухой и чувствительной кожи, оказывает увлажняющее и освежающее воздействие. При использовании в виде примочек в течение десяти минут заметно уменьшает «мешки» под глазами и улучшает внешний вид. Благодаря своим смягчающим и тонизирующим качествам тоник особенно подходит для обезвоженной и деликатной кожи, имеет легкий аромат меда и липы.

Снимает раздражение и покраснение кожи, успокаивает, улучшает цвет лица. Ценится за сильные очищающие и регенерирующие свойства. Улучшает защитные функции кожи, замедляет процесс преждевременного старения. Одно из лучших восстанавливающих и успокаивающих средств для зрелой, чувствительной и увядающей кожи.

*Гидролат полыни лимонной  
(«божьего дерева»):*

- эффективен для жирной угреватой кожи;
- используется для мужчин после бритья;
- применяется после косметической чистки, пилинга, эпиляции;
- при ожогах восстанавливает кожные покровы;
- является антиоксидантом.



Применяется для ухода за жирной, проблемной кожей, оказывает бактерицидное действие при воспалении и повреждении кожи, грибке, угревой сыпи. Ускоряет заживление ран и ожогов. Обладает антиоксидантным и липотропным действием. Благодаря пониженному содержанию (по сравнению с остальными представителями полыней) вредного токсина туйона, воду полыни лимонной можно применять наружно.

## **4.2. Принципы рецептуростроения и особенности технологии очищающих косметических средств на водной и спиртоводной основе**

### **4.2.1. Спиртосодержащие косметические лосьоны**

Слово «лосьон» происходит от латинского *lotio* — *мытьё, омовение*. Косметические лосьоны применяют для очищения кожи от загрязнений, секрета потовых и сальных желез, пыли, отделившихся клеток эпидермиса. Кроме того, они оказывают тонизирующее действие, могут обладать дезодорирующими, отбеливающими, противовоспалительными, увлажняющими и другими свойствами. Лосьоны используют для полосканий, орошений, промываний, приготовления ванн и т. д. Лосьоны могут распыляться по поверхности кожи и обрабатывать большие участки. Они могут быть использованы для доставки к коже лекарств, таких как антисептики, противогрибковые препараты, гормоны, анти-акне агенты.

*Косметические лосьоны – препараты, представляющие собой водно-спиртовые растворы активно действующих веществ органического и неорганического происхождения.*

Учитывая физиологические особенности кожного покрова, очищающие лосьоны классифицируют:

- на лосьоны по уходу за жирной кожей;
- лосьоны по уходу за нормальной и сухой кожей;
- лосьоны по уходу за проблемной кожей;
- лосьоны по уходу за кожей рук;
- лосьоны по уходу за волосами и волосистой частью кожи головы;

По назначению лосьоны бывают:

- гигиенические, в том числе депигментирующие;
- лечебно-профилактические.

Косметические лосьоны гигиенического назначения обеспечивают очищающий эффект, освежают и смягчают кожу, облегчают процесс бритья. Очищающий и тонизирующий эффект лечебно-профилактических лосьонов имеет направленное действие: противо-

воспалительное, ранозаживляющее, бактерицидное, антисеборейное. С этой целью в их состав вводят лекарственные вещества антисептического действия: кислоту борную, тетраборат натрия, салициловую кислоту, камфору, ментол, а также лекарственные вещества, обладающие вяжущим эффектом, такие как танин, квасцы алюмокалиевые.

Рассмотрим наиболее распространенные в настоящее время виды очищающих лосьонов.

***Лосьоны для жирной кожи.*** Применяются для очищения кожи от загрязнений и жира, уменьшают повышенную секреторную активность сальных желез, оказывают стягивающее, антисептическое и подсушивающее действие, способствуют поддержанию (нормальной) кислой реакции кожи, тонизируют, освежают, придают ей матовый вид. Лосьоны для жирной кожи содержат вещества, регулирующие деятельность сальных желез, снижающие жирность кожи, обладающие дезинфицирующим и антибактериальным эффектом. Большинство рецептов лосьонов для жирной кожи готовятся на основе настоек и экстрактов из растительного сырья, которые обеспечивают умеренно вяжущее действие.

Поскольку для жирной кожи характерно расширение выводных протоков из-за усиленной деятельности потовых и сальных желез кожи, то необходимо наряду с лечебными антисеборейными веществами применять средства, действующие на рецепторы кожи и вызывающие сужение протоков.

***Лосьоны для сухой кожи.*** Для ухода за данным типом кожи предназначены лосьоны с пониженным содержанием спирта или лосьоны-тоники, не содержащие этилового спирта, поскольку сухая кожа обладает повышенной чувствительностью к различным внешним воздействиям. Эти лосьоны не только обладают высокой эффективностью в очищении кожи от загрязнений и средств декоративной косметики, но и смягчают, увлажняют кожу, оказывают антисептическое действие, тонизируют кожу, укрепляют сосуды и т. д.

В рецептуру лосьонов-тонигов входят многоатомные спирты (например, глицерин, сорбитол, метилпропандиол), которые улучшают растворяющие и очищающие свойства лосьонов.

***«Кислые» лосьоны.*** Восстанавливают естественную реакцию поверхности кожи. Они содержат в своем составе чаще всего молочную и лимонную кислоты. «Кислые» лосьоны применяются после

умывания с мылом с целью нейтрализации щелочных остатков мыла. Подходят для любых типов кожи, но рекомендованы более всего для жирной и увядающей кожи.

**Лосьоны после бритья.** Они используются для обработки кожи с целью дезинфицирующего, охлаждающего и освежающего действия за счет введения этилового спирта. Лосьоны после бритья уменьшают раздражение кожи, вызванное бритьем, устраняют эффект «стянутости» кожи, возникающий в процессе бритья, болезненные ощущения, вызванные мелкими повреждениями кожи, освежают ее, обладают умеренными вяжущими и антибактериальными свойствами, восстанавливают кислотно-щелочной баланс кожи. При создании рецептуры лосьона после бритья главное значение имеет выбор парфюмерных композиций (душистых веществ), которые вводятся в концентрации 0,2–1 %. Наиболее распространены добавки с запахом табака, пряностей, лаванды и цветочные ароматы.

Среднее содержание этилового спирта составляет 30–70 %, он легко исчезает после испарения и обладает умеренной вяжущей и охлаждающей способностью. Различные добавки к спирту позволяют при необходимости усиливать выраженность этих свойств. Ментол в количестве 0,01–0,3 % повышает длительность охлаждающего эффекта, вызванного испарением спирта. Биологически активные добавки растительного происхождения повышают вяжущие и антисептические свойства, оказывают кровоостанавливающее действие при мелких порезах или являются слабыми антисептиками.

Для оказания смягчающего и увлажняющего эффекта при применении лосьона после бритья чаще используется глицерин, но находят применение и пропиленгликоль, сорбитол, полиэтиленгликоль (до 5 %). Антисептическое действие осуществляется за счет четвертичных аммониевых соединений (катионных ПАВ) – бензалконийхлорида и др. (менее 0,1 %). Для восстановления естественной слабокислой реакции кожи используется борная кислота.

Актуальны средства с пониженным содержанием спирта – от 0,5 до 10 %. Вместе с тем ужесточение законодательства РФ в области производства спиртосодержащей продукции в связи с использованием ее не по назначению, а также по причине массового производства «псевдокосметических» лосьонов в качестве суррогатного алкоголя привело к тому, что этот сектор косметического рынка уходит в про-

шное, несмотря на давнюю историю применения. Необходимо отметить, что этиловый спирт при содержании свыше 30 % является консервантом. При меньшем содержании необходимо использовать дополнительно вводимые консерванты – бензоат натрия, сорбат калия и другие антимикробные средства для водных систем.

В состав лосьонов могут входить вспомогательные и биологически активные вещества, которые нерастворимы или труднорастворимы в водно-спиртовых растворах (например, душистые вещества). Повышению их растворимости способствует введение поверхностно-активных веществ – солюбилизаторов в концентрации до 2 %, которые улучшают свойства лосьонов, позволяют снизить концентрацию этилового спирта, обеспечивают прозрачность. В качестве солюбилизаторов чаще всего используют ПЭГ-40 ГКМ (см. разд. 4.1.1) в концентрации до 1,5 % в зависимости от состава и содержания парфюмерной композиции и других ингредиентов, например маслорастворимых витаминов. Уменьшение этилового спирта в композиции ведет к увеличению содержания солюбилизатора.

В лосьоны вводятся увлажняющие добавки в количестве до 10 %, экстракты, ПАВ, отдушки, красители, БАД, лекарственные средства. В лосьонах с пониженным содержанием спирта часть воды может заменяться гидролатами.

Технологический процесс приготовления лосьонов состоит из следующих стадий:

1. Подготовка сырья.
2. Приготовление лосьона:
  - введение спирторастворимых веществ;
  - введение водорастворимых веществ;
  - приготовление спиртоводного раствора;
  - введение биологически активных добавок;
  - отстаивание;
  - фильтрация.
3. Фасовка, упаковка, маркировка готового продукта.

**Базовая рецептура спиртосодержащего лосьона:**

| <b>Компоненты</b>              | <b>Содержание, % мас.</b> |
|--------------------------------|---------------------------|
| Спирт этиловый ректификованный | 30,0                      |
| Глицерин                       | 5,0                       |
| Экстракт ромашки               | 1,0                       |
| Парфюмерная композиция         | 0,5                       |
| Лимонная кислота               | 0,2                       |
| Вода                           | До 100                    |

Универсальная схема производства лосьонов приведена на рис. 136. Стадии получения лосьона: загрузка компонентов, перемешивание, отстаивание, фильтрация и фасовка. 2/3 спирта через мерник загружается в стальной аппарат (реактор-смеситель) с мешалкой якорного типа, затем туда же загружаются парфюмерная композиция, экстракт, лимонная кислота, глицерин, затем расчетное количество воды через мерник и оставшаяся часть спирта. Перемешивание осуществляется в течение 2 ч без специального нагрева, отстаивается 48 ч, фильтруется и отправляется на фасовку. В стальной эмалированный аппарат 5 с паровой рубашкой и механической мешалкой через мерник загружают воду, которую нагревают паром через рубашку аппарата до температуры 60–70 °С. Через люк аппарата добавляют в горячую воду малотоннажные водорастворимые компоненты. Крупнотоннажные компоненты из склада сырья через мерник 1, резервуар 3, весы 2 насосом 4 также подаются в аппарат 5. Смесь перемешивают до полного растворения твердых веществ. Полученный раствор охлаждают при перемешивании до температуры 25–30 °С. Одновременно в другой стальной эмалированный аппарат 9, снабженный мешалкой, загружают спирт из спиртохранилища и спирторастворимые компоненты. Содержимое аппарата 9 перемешивают до полного растворения твердых веществ. Затем в аппарат 9 со спиртовым раствором приливают водный раствор из аппарата 5 с помощью насоса 6 и мерника 7, а также оставшееся по рецептуре измеренное количество спирта и воды. Перемешивание продолжают еще 15–20 мин.





Если лосьоны вырабатывают подкрашенными или с пониженным содержанием спирта, то к жидкости добавляют краситель, солюбилизатор и отдушку из мерника 8 и жидкость перемешивают еще 12–15 мин. По окончании загрузки отбирают пробу жидкости для контроля цвета, концентрации и pH раствора. Затем приготовленную жидкость передают в лабораторию на анализ. При положительном анализе лосьон насосом 10 перекачивают в отстойный бак 11, где он отстаивается в течение времени, установленного для каждого наименования лосьона (в среднем 48 ч). По окончании срока отстаивания лосьоны фильтруют, подавая их с помощью насоса 12 на фильтр 13. Отфильтрованная жидкость поступает в сборник-мерник 14. После взвешивания на весах 15 лосьон отправляют на фасовку. При этом следует помнить, что при розливе пены быть не должно.

### **Рецептура лосьона с пониженным содержанием спирта:**

| <b>Компоненты</b>              | <b>Содержание, % мас.</b> |
|--------------------------------|---------------------------|
| Спирт этиловый ректификованный | 10,0                      |
| Глицерин дистиллированный      | 5,0                       |
| ПЭГ-40 ГКМ                     | 0,5                       |
| Парфюмерная композиция         | 0,5                       |
| ЭДТА                           | 0,2                       |
| Аллантоин                      | 0,1                       |
| Экстракт алоэ Вера             | 0,2                       |
| Экстракт ромашки               | 0,2                       |
| Кислота лимонная пищевая       | 0,2                       |
| Консервант неолон              | 0,1                       |
| Вода                           | До 100                    |

Косметический лосьон готовят в стальных аппаратах  $A_1-A_2$  вместимостью 2000 л, снабженных якорными мешалками.

Приготовление лосьона состоит из следующих стадий:

- приготовление водного раствора аллантоина, ЭДТА, лимонной кислоты;
- загрузка компонентов;
- отстаивание;
- фильтрование.

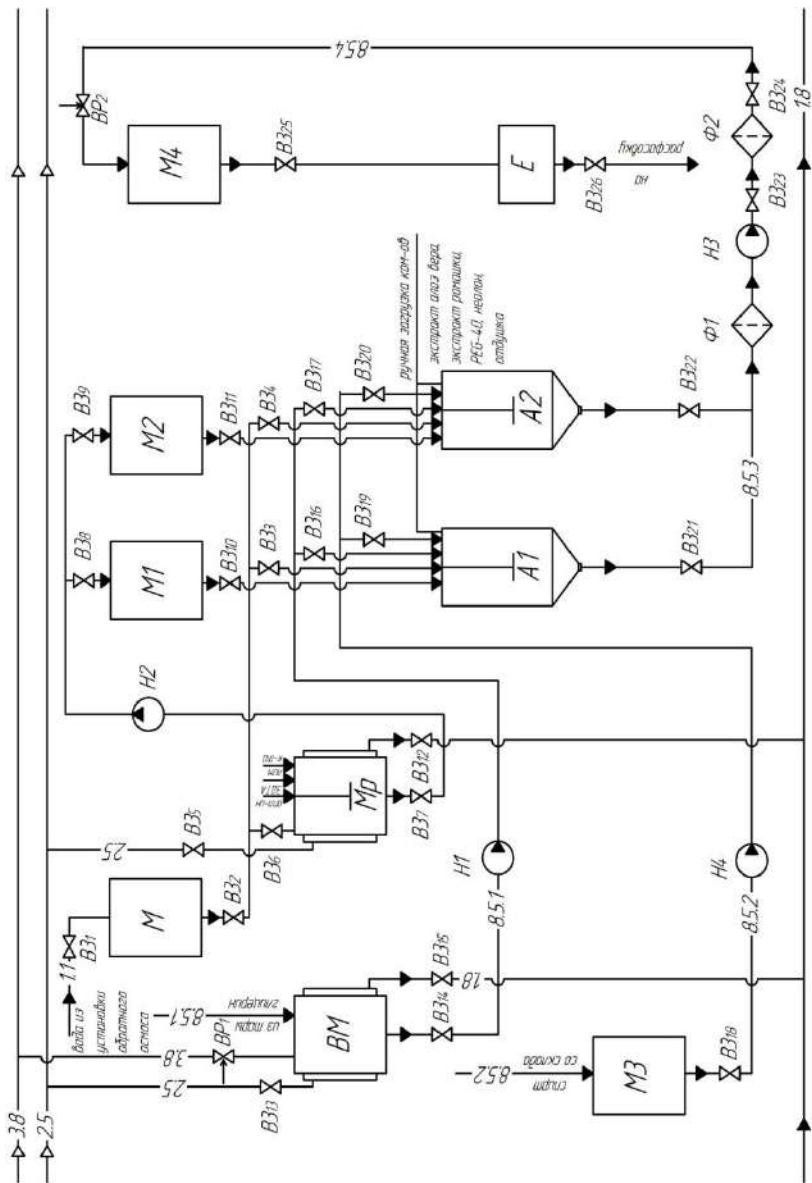


Рис. 137. Технологическая схема производства лосьона с пониженным содержанием спирта

Таблица 11

**Обозначение трубопроводов в схеме**

| Условное обозначение | Наименование среды в трубопроводе |
|----------------------|-----------------------------------|
| -1.1-                | Вода                              |
| -1.8-                | Конденсат                         |
| -2.5-                | Пар                               |
| -3.8-                | Вакуум транспортный               |
| -8.5.1-              | Глицерин из тары                  |
| -8.5.2-              | Спирт этиловый                    |
| -8.5.3-              | Парфюмерная композиция            |
| -8.5.4-              | Готовый продукт                   |

Таблица 12

**Обозначение аппаратов в схеме**

| Обозначение                        | Наименование                     | Количество |
|------------------------------------|----------------------------------|------------|
| 1                                  | 2                                | 3          |
| A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub>     | Аппарат варочный                 | 2          |
| BЗ <sub>1</sub> - BЗ <sub>26</sub> | Вентиль запорный                 | 26         |
| BP <sub>1</sub> -BP <sub>2</sub>   | Вентиль регулирующий             | 31         |
| BP <sub>1-3</sub>                  | Вентиль регулирующий             | 2          |
| Е                                  | Емкость для розлива              | 1          |
| М                                  | Мерник для воды                  | 1          |
| М <sub>1</sub> -М <sub>2</sub>     | Вертикальный мерник              | 2          |
| М <sub>3</sub>                     | Горизонтальный мерник для спирта | 1          |
| М <sub>4</sub>                     | Мерник после фильтрации          | 1          |
| Мр                                 | Миксер с рубашкой                | 1          |
| Н <sub>1</sub> -Н <sub>4</sub>     | Центробежный насос               | 4          |

*Окончание табл. 12*

| 1              | 2                  | 3 |
|----------------|--------------------|---|
| Ф <sub>1</sub> | Фильтр гильзовый   | 1 |
| Ф <sub>2</sub> | Фильтр салфеточный | 1 |
| ВМ             | Вакуум-мерник      | 1 |

В стальные эмалированные аппараты загружают с помощью центробежного насоса Н<sub>4</sub> рецептурное количество этилового спирта из горизонтального спиртомерника М<sub>3</sub> вместимостью 750 л. Также в эти аппараты загружают половину деминерализованной воды из мерника М вместимостью 750 л. Из вакуум-мерника с рубашкой ВМ в аппараты подают с помощью центробежного насоса Н<sub>1</sub> глицерин. Вследствие того что аллантоин плохо растворяется в воде при комнатной температуре, в миксере Мр производится растворение лимонной кислоты, аланоина и ЭДТА при 50 °С в оставшемся количестве воды. После смешения смесь подается с помощью центробежного насоса Н<sub>2</sub> в вертикальные мерники М<sub>1</sub>–М<sub>2</sub>, оттуда – в аппараты А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>. С помощью ручной загрузки в аппараты вводятся через верхний люк экстракт ромашки, экстракт алоэ вера, неолон, отдушка, ПЭГ-40 ГКМ. Жидкость перемешивается в течение 15–20 мин с помощью механической мешалки. По окончании перемешивания отбирают пробу для определения органолептических показателей и массовой доли этилового спирта. Отстаивание лосьона производят в течение 3 сут. По окончании отстаивания отбирают пробу для определения физико-химических и органолептических показателей. Если внешний вид не соответствует нормам в технических требованиях, то срок отстаивания увеличивают и анализ повторяют.

Далее лосьон самотеком поступает на фильтры: Ф<sub>1</sub> – гильзовый, затем на Ф<sub>2</sub> – салфеточный. При соответствии всех показателей отфильтрованная жидкость поступает в вертикальный мерник М<sub>4</sub>, установленный на весах, откуда самотеком подается в емкость готовой продукции Е, далее – на фасовку. Готовая продукция разливается во флаконы и поступает на склад для хранения и реализации.

## 4.2.2. Тоники и мицеллярная вода

Спиртосодержащие лосьоны наряду с достоинствами имеют ряд недостатков, которым в первую очередь относится то, что они плохо воздействуют на сухую кожу, могут вызвать раздражение, обезвоживание, усиленное выделение кожного секрета. В связи с тем что валеологическая составляющая (валеология – наука о здоровье) создания новых косметических средств на современном этапе очень значительна, появились более мягкие очищающие средства – тоники.

Слово «тоник» происходит от английского tonic, что значит «взбадривающий, тонизирующий, укрепляющий». Тоники можно позиционировать как безспиртовые лосьоны, хотя они иногда и содержат небольшое количество этилового спирта в качестве одного из компонентов. Четкой границы между этими средствами не существует. В большом потоке информации лосьоны и тоники часто воспринимаются как одно и то же.

*Тоник – это очищающее средство на водной основе, не содержащее спирта в качестве одного из основных ингредиентов.*

Функции этого косметического средства многочисленны:

- восстановление кислотно-щелочного баланса кожи после умывания, возвращение pH кожи в норму (4,7–5,7);
- уменьшение стянутости кожи после применения пеномоющих средств для лица;
- подготовка кожи к нанесению косметических эмульсий (кремов, молочка, сывороток);
- очищение кожи от остатков макияжа, избыточного секрета сальных желез и загрязнений.

Многие кремы содержат увлажняющие компоненты, и при нанесении на тоник они действительно работают лучше. Например, средства с глицерином или гиалуроновой кислотой. Тем не менее эти теории дискуссионны до сих пор, а тоники завоевали признание потребителя и являются предметом новейших исследований и разработок. В последнее время выпускают все большее количество тоников с очень разнообразным составом. Такие тоники содержат увлажняющие, антивозрастные, антиоксидантные и успокаивающие компоненты.

Тоник – косметическое средство для завершающего этапа очищения кожи, обладающее освежающим, смягчающим, очищающим, стимулирующим, подтягивающим, восстанавливающим и анти-септическим действием. Тоник для лица следует подбирать так же, как и другие средства по уходу – в зависимости от типа кожи и желаемого результата.

Тоник дерматологически более мягкий, чем лосьон, и сам по себе идеально удалить с кожи все загрязнения, которые скопились на ней за день, не может. Тоником необходимо пользоваться, когда кожа сухая, зрелая или очень чувствительная. В отличие от лосьона тоник можно наносить на область вокруг глаз и губы. Кроме того, тониками очень полезно разводить сухие маски и пилинги. Используются тоники и в уходе за волосами. Косметологи считают, что для комплексного ухода за кожей необходимо использовать и лосьоны, и тоники.

Рецептурные решения тоников очень разнообразны, но группы ингредиентов обозначены принципиально. Основной компонент – вода, на втором месте, как правило, увлажняющие ингредиенты – глицерин, сорбитол, пропиленгликоль, метилпропандиол, бутиленгликоль. Часть воды может быть заменена гидролатами. Далее в списках ингредиентов – ПАВ, натуральные экстракты, соки или отвары, могут присутствовать белковые гидролизаты, витамины, солюбилизаторы, регуляторы pH. Используются экстракты растений, обладающие вяжущим действием, например гаммелис, природные антиоксиданты (древесные грибы, красный виноград, гинкго билоба, конский каштан, гранат). В отличие от лосьонов с высоким содержанием спирта, в тониках обязательно использование консервантов для водных систем.

Общее содержание твердых растворенных веществ в тониках не превышает 1–1,5 %. В состав тоников редко входят активные лечебные средства, могут вводиться салициловая и борная кислоты, аллантоин. Этиловый спирт тоже может входить в состав тоников, но в малых количествах (до 2 %). Содержание парфюмерной композиции также невелико.

В небольших количествах в рецептуры могут включаться солюбилизированные масла. Используемые ПАВ по своему ассортименту аналогичны лосьонам и были рассмотрены ранее. Легкий тоник может наноситься в виде спрея.

Приводим несколько рецептов тоников. Технология получения тоников аналогична таковой для лосьонов и включает процессы

загрузки компонентов, растворения, отстаивания, фильтрации, розлива в тару.

**Рецептура прозрачного увлажняющего тоника:**

| <b>Компоненты</b>              | <b>Содержание, % мас.</b> |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1,3 –Бутиленгликоль            | 6,0                       |
| Экстракт ромашки               | 5,0                       |
| Глицерин                       | 4,0                       |
| Борная кислота                 | 1,0                       |
| Аллантоин                      | 0,1                       |
| Лимонная кислота               | до pH=5                   |
| Консервант, отдушка, краситель | q.s.                      |
| Вода                           | До 100                    |

**Рецептура очищающего лосьона с гидролатом розы**

| <b>Компоненты</b>     | <b>Содержание, % мас.</b> |
|-----------------------|---------------------------|
| Гидролат розы         | 10,0                      |
| Глицерин              | 5,0                       |
| Метилпропандиол       | 1,0                       |
| Полоксомер 184        | 1,5                       |
| Экстракт розмарина    | 0,5                       |
| Кокоглюкозид          | 0,5                       |
| ПЭГ-7 глицерил кокоат | 0,4                       |
| Отдушка               | 0,3                       |
| Лимонная кислота      | 0,1                       |
| Динатриевая соль ЕДТА | 0,1                       |
| Бензоат натрия        | 0,5                       |
| Сорбат калия          | 0,2                       |
| Вода                  | До 100                    |

Современный рынок парфюмерии и косметики очень насыщен. Это стимулирует производителей к созданию новых инновационных косметических средств. Одним из таких средств, появившихся в XXI веке, является мицеллярная вода. Общепринятого определения этого вида продукции не существует. По сути, это маркетинговый термин, красивое название средства, которое еще в 1991 г. было выпущено во Франции лабораторией Bioderma как альтернатива умыванию водой

для чувствительной кожи. Изначально ее прописывали дерматологи, но средство быстро приобрело популярность. Однако настоящий бум на мицеллярную воду начался намного позже, и только с 2010 по 2013 гг. количество новых видов мицеллярной воды, выпущенных на рынок, выросло до 250. В настоящее время мицеллярную воду можно найти практически у любого производителя косметики и в любом сегменте. Вместе с тем потребителю не совсем понятно, чем отличается это средство от тоника. Очевидно, что механизм очищающего действия мицеллярной воды связан с очищающим действием ПАВ, которые находятся в средстве в виде мицеллярного раствора при концентрациях выше критической концентрации мицеллообразования (ККМ). Механизм этого очищающего действия, а также процессы образования мицелл подробно рассмотрены в разд. 2.2. Однако и тоники содержат ПАВ в мицеллярном состоянии. Исследования, выполненные на кафедре ТКС КНИТУ методом динамического рассеяния света, показали, что тоники также содержат мицеллы. Могут формироваться они и в спиртоводных растворах. ККМ неионогенных ПАВ, которые чаще всего используются в таких системах, достаточно мала. Например, для оксиэтилированного спирта лаурета-10 она равна  $12.5 \cdot 10^{-5}$  моль/л, что соответствует 0,07 % концентрации раствора. Для высокомолекулярного полуксамера-184 ККМ еще ниже. ПАВ в очищающих средствах практически не используются при концентрациях меньше ККМ, следовательно, основная декларированная особенность мицеллярной воды – наличие мицелл – на самом деле особенностью не является.

Вместе с тем, исходя из первоначальной идеи создателей мицеллярной воды, можно все-таки обозначить несколько характерных особенностей мицеллярной воды:

- низкая концентрация ПАВ и других ингредиентов;
- полное отсутствие спирта;
- отсутствие масел и красителей;
- отсутствие отдушки или микроколичества гипоаллергенной парфюмерной композиции;
- ограниченное количество экстрактов в одной рецептуре;
- дерматологически мягкие консерванты.

В целом все классические мицеллярные воды имеют довольно лаконичный базовый состав: вода, одно (иногда два–три) ПАВ, увлажняющий компонент, один–два экстракта, регулятор pH (при необходимости), комплексообразователь (для смягчения воды), консервант. Это позволяет минимизировать риск раздражения кожи. Мицеллярная



вода – это простое очищающее средство, ее назначение не предполагает многофункциональности, она не должна заменять тоник и сыворотку.

Известно, что ПАВ выполняют функции эмульгаторов, могут проникать через липидный барьер, нарушать липидный слой. Предполагается, что этими свойствами обладают отдельные молекулы ПАВ, не связанные в мицеллы, а мицеллы слишком велики для проникновения в кожу. Особенно это касается неионогенных, амфотерных, высокомолекулярных ПАВ. Соответственно, чем ниже критическая концентрация мицеллообразования (ККМ – нижний предел содержания ПАВ в растворе, при котором начинают образовываться мицеллы) и одновременно больше размер самих мицелл, тем ниже раздражающий потенциал. Оба этих фактора и учитываются при выборе ПАВ для мицеллярной воды. Диаметр пор в роговом слое составляет в среднем 10 нм. Размер мицелл, например полуксамера 184 в десятки раз превышает эту величину. Соответственно проникнуть в кожу им не удастся.

Производители мицеллярных вод подчеркивают, что это средство не требует смывания. Во-первых, концентрация ПАВ в мицеллярных водах очень невелика, и это действительно мягкие ПАВ, не раздражающие кожу и не обезжиривающие ее. Но есть и второе объяснение, приводимое основоположниками идеи – лабораторией Bioderma. Ватный диск, с помощью которого проводится очищение мицеллярной водой, гидрофилен, соответственно он притягивает и гидрофильную «шубу» мицелл, они «разворачиваются», но гидрофобные «хвосты», направленные к эпидермису, готовы «хватать» и «утаскивать» за собой липофильные загрязнения. В конце очищения производители рекомендуют лишь промокнуть лицо сухой салфеткой. Этот процесс иллюстрирует рис. 138.



Рис. 138. Очищение кожи ватным диском с мицеллярной водой

Мицеллярная вода была создана как альтернатива обычному умыванию водой. Поэтому смыывания она не требует по определению (если, конечно, это действительно мицеллярная вода). Разумеется, при всех ее плюсах пределы возможностей есть и у мицеллярной воды. Она вряд ли справится со стойким макияжем, жирной или проблемной кожей или водостойким солнцезащитным средством с высоким SPF-фактором.

К инновационным средствам, появившимся недавно, относятся и *термальные воды*.

*Термальные воды – это воды с высоким содержанием минеральных солей, поступающих из природных источников.*

Как правило, такие воды горячие (выше 40 °C) и считаются более чистыми, чем артезианские и даже минеральные, так как их источники расположены на значительной глубине (при этом, чем глубже источник, тем выше концентрация минералов в термальной воде). Благодаря насыщенному составу термальные воды способны проникать в кожу, оказывая на нее благотворное действие. Сегодня существует даже направление медицины, основанное на терапии термальными водами, – термализм.

Состав всех термальных вод примерно одинаков: железо, бром, хлор, цинк, кремний, магний, медь, соли кальция, натрия, серы, азот и другие микроэлементы. Чем больше в воде меди, тем сильнее ее противовоспалительный эффект, железо помогает коже дышать, а магний стимулирует обменные процессы, благодаря чему клетки кожи лучше функционируют. Есть очень редкая разновидность термальной воды с содержанием селена. Этот микроэлемент способен замедлять процессы старения, повышать местный иммунитет и стимулировать регенерацию.

В зависимости от концентрации солей термальные воды могут быть:

- гипотоническими (концентрация ниже физиологической, подходят для жирной и проблемной кожи),
- изотоническими (физиологическая концентрация, подходят для кожи любого типа),
- гипертоническими (концентрация выше физиологической, идеальны для сухой кожи).

В зависимости от температуры термальные воды могут быть:

- субтермальными (20 – 37 °C),
- термальными (37 – 42 °C),
- гипертермальными (выше 42 °C).

Благодаря своему богатому химическому составу термальная вода оказывает увлажняющее, успокаивающее, восстанавливающее, противовоспалительное действие на кожу, а также способствует выработке коллагена и эластина, что препятствует возникновению нежелательных проблем, связанных с кожей (потеря упругости и эластичности, появление преждевременных морщин и др.).

Термальная вода в виде спрея применяется:

- для ухода за кожей (в качестве тоника) перед и после нанесения макияжа, а также с целью закрепления готового макияжа;
- для усиления эффекта от применения различных кремов, масок и т. д. (термальная вода выступает для них в качестве «проводника» в глубокие слои кожи),
- как средство для увлажнения кожи в течение всего дня;
- для освежения кожи в жаркую погоду;
- в качестве восстанавливающего средства для кожи в случае ожогов;
- с целью восстановления кожи после различных косметических процедур (пилинг, массаж и др.);
- для ухода за чувствительной кожей (снятие чувства стянутости, покраснения, аллергических реакций на определенные косметические средства и др.);
- для ухода за проблемной кожей (комедоны, угревая сыпь), склонной к дерматитам (цинк, присутствующий в составе воды, способствует сужению пор и оказывает сильный противовоспалительный эффект и подсушивающее действие),
- в качестве дополнительного средства в *ароматерапии* (лечении эфирными маслами) и *талассотерапии* (лечении морским климатом).

#### **4.3. Элементы технического анализа очищающих средств**

Очищающие косметические средства на водной основе изготавливаются в соответствии с требованиями нормативной документации. Контроль их качества осуществляется в соответствии с ГОСТ 31679-2012 «Продукция косметическая жидкая. Общие технические условия».

Внешний вид и однородность продукции, упакованной в прозрачные флаконы, определяют визуально в проходящем или отраженном дневном свете или свете электрической лампы после переворачивания емкости пробкой вниз два – три раза. Внешний вид изделий, упакованных в непрозрачные флаконы, определяют просмотром пробы объемом 20–30 см<sup>3</sup> в стакане на фоне листа белой бумаги в проходящем или отраженном дневном свете или свете электрической лампы. При определении запаха применяется органолептический метод. Используют полоску плотной бумаги размером 10x160 мм, смоченной погружением приблизительно на 30 мм в исследуемую жидкость (температура  $t=22\pm 2$  °C). Водородный показатель определяют потенциометрическим методом непосредственно в исследуемом лосьоне. Объемную долю этилового спирта в косметических лосьонах определяют методом газовой хроматографии или методом отгона. Допускается определять объемную долю этилового спирта по плотности.

В табл. 13 приведены органолептические и физико-химические показатели очищающих косметических жидкостей в соответствии с требованиями ГОСТа.

*Таблица 13*

**Органолептические и физико-химические показатели очищающих средств – лосьонов, лосьонов-тонииков и тонииков**

| Наименование показателя               | Характеристика и норма по ГОСТу   |
|---------------------------------------|---|
| Внешний вид                           | Однородная однофазная или многофазная жидкость без посторонних примесей |
| Цвет                                  | Свойственный цвету продукции конкретного названия                       |
| Запах                                 | Свойственный запаху продукции конкретного названия                      |
| Водородный показатель pH              | 1,2–8,5   |
| Объемная доля этилового спирта, % об. | 0,0–75,0  |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химия косметических средств – область знаний, которая существует и развивается столько, сколько существует химия вообще. В нашем издании мы уделили большое внимание историческим аспектам развития представлений о красоте и способах ее сохранения. С одной стороны, такой исторический экскурс подчеркивает существенный прогресс в области создания косметических продуктов. С другой стороны, очевидно, что опыт тысячелетий возвращается к нам в виде все большего использования в рецептурах и технологиях природных и натуральных компонентов. Появившийся не столь давно термин «органическая косметика» (на наш взгляд, неудачный, поскольку большинство косметических средств содержит органические вещества) предполагает использование не просто природных ингредиентов, а ингредиентов, выращенных в особых условиях, без пестицидов и других индустриальных токсинов, также генетически модифицированных организмов. Не эти ли ингредиенты использовались в Древнем Египте?

Вместе с тем массовое производство косметических средств базируется на основных закономерностях получения и стабилизации гетерогенных многофазных систем – на законах физической и коллоидной химии. Не умаляя достижений других наук, мы считаем необходимым предварить рассмотрение конкретных косметических продуктов анализом коллоидно-химических основ технологии их получения и использования. При этом явления мицеллообразования, пенообразования, солюбилизации, смачивания, свойства ПАВ рассмотрены применительно к косметическим средствам. Причем сознательно отказались от рассмотрения строения и функций кожи и волос – по этому поводу имеется обширная литература. А большой опыт в области коллоидной химии косметических композиций, экстрактов растений, растворов полимеров и полиэлектролитов, жидких кристаллов, латексов, гелей, микроэмульсий и других дисперсных систем, накопленный на кафедрах технологии косметических средств, физической и коллоидной химии КНИТУ (КХТИ), позволил нам использовать результаты этих исследований при написании учебника.

Среди всего многообразия косметических средств пеномоющие и очищающие средства – самые востребованные. Их основу составляет вода – источник жизни. Большое внимание нами уделяется

современным способам очистки воды. Активными действующими компонентами являются поверхностно-активные вещества. Постарались показать большое многообразие ПАВ, используемых в современных пеномоющих и очищающих средствах.

Надеемся, что данное учебное издание поможет будущему химику-технологу косметических производств ориентироваться в традиционных технологиях и современных тенденциях в области разработки, производства и анализа современных многофункциональных и многокомпонентных продуктов, реализовать компетентностный подход к обучению и приобретению необходимых знаний и умений, маркетологам косметической продукции, продавцам-консультантам и всем желающим – разобраться в особенностях предлагаемых потребителю композиций.

При анализе применяемых ингредиентов старались показать их структуру, привести химические формулы, основные свойства. Большое количество иллюстраций, надеемся, сделает процесс получения информации увлекательным. Источники иллюстраций приведены в списке литературы. Особое внимание уделено натуральным экстрактам, маслам, витаминам.

Вместе с тем, и это неоднократно подчеркивалось, мы не в состоянии уделить внимание всем полезным биологически активным добавкам, используемым производителями косметических средств, которые стараются привлечь потребителя новыми, часто экзотическими названиями. Кроме того, многие природные компоненты косметики будут рассмотрены в других частях данного учебного издания. Не были затронуты и вопросы, связанные с тарой и упаковкой, поскольку эта тема носит общий характер для всех косметических продуктов и будет рассмотрена позже.

В заключение, вспоминая известную фразу Достоевского о том, что «красота спасет мир» (сказанную, правда, не столько о физической красоте, сколько о сумме нравственных качеств), хотелось бы верить, что данное издание поможет профессионально спасти и сохранить красоту и здоровье человека.

## Литература

1. Адамсон, А. Физическая химия поверхности / А. Адамсон. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
2. Беликов, О. Е. Консерванты в косметике и средствах гигиены / О. Е. Беликов, Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2003. – 196 с.
3. Физическая химия: в 2 кн. / Г. В. Булидорова [и др.]. – М.: КДУ: Университетская книга, 2016. – 972 с.
4. Беляев, А. П. Физическая и коллоидная химия / А. П. Беляев, В. И. Кучук. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 752 с.
5. Технология косметических и парфюмерных средств: учеб. пособие / А. Г. Башура [и др.]. – Харьков: НФАУ: Золотые страницы, 2002. – 272 с.
6. Василенко, М. А. Эфирные и растительные масла для красоты и здоровья / М. А. Василенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2015. – 160 с.
7. Виламо, Х. Косметическая химия / Х. Виламо. – М.: Мир, 1990. – 226 с.
8. Войткевич, С. А. Целебные растения и эфирные масла / С. А. Войткевич. – М.: Пищевая пром-сть, 2002. – 172 с.
9. Войцеховская, А. Л. Косметика сегодня / А. Л. Войцеховская, И. И. Вольфензон. – М.: Химия, 1998. – 174 с.
10. Войткевич, С. А. От древних благовоний к современным парфюмерии и косметике / С. А. Войткевич, Л. А. Хейфиц. – М.: Пищевая пром-сть, 1997. – 215 с.
11. Гуринович, Л. Эфирные масла. Химия, технология, анализ и применение / Л. Гуринович, Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 192 с.
12. Ершов, Ю. А. Коллоидная химия / Ю. А. Ершов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 352 с.
13. Зимон, А. Д. Коллоидная химия наночастиц / А. Д. Зимон. – М.: Научный мир, 2012. – 218 с.
14. Зимон, А. Д. Коллоидная химия / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко. – М.: Агар, 2001. – 317 с.
15. Каспаров, Г. Н. Основы производства парфюмерии и косметики / Г. Н. Каспаров. – М.: Агропромиздат, 1988. – 287 с.
16. Кривова, А. Ю. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов / А. Ю. Кривова, В. Х. Паронян. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 668 с.
17. Кругляков, П. М. Пена и пенные пленки / П. М. Кругляков. – М.: Химия, 1990. – 432 с.
18. Компоненты на основе растительного сырья для косметических средств: экстракты и эфирные масла: метод. указания к лаб. работам / сост.:

- А. И. Курмаева, Е. Г. Горелова, С. А. Богданова. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2005. – 53 с.
19. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге. – М.: Профессия, 2005. – 240 с.
  20. Марголина, А. А. Новая косметология: в 2 т. Т. 1 / А. А. Марголина, Е. И. Эрнандес. – М.: Клавель, 2005. – 423 с.
  21. Марголина, А. А. Новая косметология: в 2 т. Т. 2 / А. А. Марголина, Е. И. Эрнандес. – М.: Клавель, 2007. – 418 с.
  22. Мулдер, М. Введение в мембранную технологию / М. Мулдер. – М.: Мир, 1999. – 495 с.
  23. Регуляция упругости и водного баланса кожи / Э. И. Мухтаров [и др.] // Сырье и упаковка. – 2004. – № 8. – С. 28–31.
  24. Остроумов, С. А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы / С. А. Остроумов. – М.: МАКС-Пресс, 2001. – 334 с.
  25. Пашук, Л. К. Что нужно знать о шампунях / Л. К. Пашук, Л. В. Симонова, Л. А. Тарасова. – М.: Косметика и медицина, 2002. – 56 с.
  26. Пучкова, Т. В. Энциклопедия ингредиентов для косметики и парфюмерии / Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2015. – 387 с.
  27. Пучкова, Т. В. Основы косметической химии. Базовые положения и современные ингредиенты / Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2011. – 408 с.
  28. Плетнев, М. Ю. Косметико-гигиенические моющие средства / М. Ю. Плетнев. – М.: Химия, 1990. – 271 с.
  29. Поверхностно-активные вещества и композиции: справочник / под ред. М. Ю. Плетнева. – М.: Косметика и медицина, 2003. – 780 с.
  30. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ и полимеров: практикум по технологии косметических средств / под ред. В. Е. Кима, А. С. Гродского. – М., 2003. – 146 с.
  31. Биологически активные вещества в косметике: практикум по технологии косметических средств / под ред. В. Е. Кима. – М.: Школа косметических химиков, 2004. – 160 с.
  32. De Polo, K. F. A Short Textbook of Cosmetology / K. F. De Polo. – Verlag Fur Chemische Industrie H Ziolkowsky KG Germany, 1998. – 43 p.
  33. Русанов, А. И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ / А. И. Русанов, А. К. Щекин. – СПб.: Лань, 2016. – 610 с.
  34. Самуйлова, Л. В. Косметическая химия. Т. 1. Ингредиенты / Л. В. Самуйлова, Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.
  35. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ / И. И. Сидоров [и др.]. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 368 с.



36. Основы органической химии средств оздоровительной и декоративной косметики / А. Т. Солдатенков [и др.]. – М.: Академкнига, 2008. – 352 с.
37. Сумм, Б. Д. Основы коллоидной химии / Б. Д. Сумм. – М.: Академия, 2007. – 238 с.
38. Сысоева, М. А. Высокодисперсные коллоидные системы и меланины чаги / М. А. Сысоева. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 224 с.
39. SOFW-Journal (русская версия) Международный отраслевой научно-практический журнал. 2001–2009 гг.
40. Тихомиров, В. К. Пены: теория и практика их получения и разрушения / В. К. Тихомиров. – М.: Химия, 1983. – 282 с.
41. Толковый словарь по косметике и парфюмерии. – М.: Косметика и медицина, 2000. Т. 2. – 263 с.
42. Фридман, Р. А. Парфюмерия и косметика. История, назначение, применение / Р. А. Фридман. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 198 с.
43. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии: поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М.: Химия, 1989. – 400 с.
44. ФИПС ФГБОУ «Федеральный институт промышленной безопасности» [Электронный ресурс]: сайт Роспатента. – Режим доступа: <http://www.fips.ru>, свободный.
45. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг [и др.]. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015. – 531 с.
46. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М.: Юрайт, 2014. – 444 с.
47. Природные антиоксиданты – инновационные компоненты косметических композиций: учеб. пособие / Ю. А. Шигабиева [и др.]. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 103 с.
48. Элдридж, Л. Краски. История макияжа / Л. Элдридж. – М.: Одри, 2016. – 238 с.
49. Эрнандес, Е. Липидный барьер кожи и косметические средства / Е. Эрнандес, А. Марголина, А. Петрухина. – М.: Косметика и медицина, 2003. – 339 с.

### Интернет-ресурсы:

1. <http://www.liveinternet.ru/users/paro-sh/post152632675>.
2. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1107068>.
3. <http://yassena.livejournal.com/110575.html>.
4. <http://www.xumuk.ru/biologhim/136.html>.
5. <http://www.liveinternet.ru/users/lysy1010/post352698463/>
6. <https://www.flickr.com/photos/mikiltiki6/4173536273>.

7. <http://ksusha.spb.ru/kosmetika/vsemirnaja-kratkaja-istoriya-kosmetiki-ot-pervobytnyh-lyudei-do-japonii.html>.
8. <http://www.soapdream.ru/Informatsiya/Stati-po-mylovareniyu/Istoriya-myla-i-mylovareniya.html>.
9. [http://www.spletnik.ru/blogs/krasota/48863\\_o\\_pervom\\_mylovare\\_rossii\\_i\\_istorii\\_krasnoj\\_moskvy](http://www.spletnik.ru/blogs/krasota/48863_o_pervom_mylovare_rossii_i_istorii_krasnoj_moskvy).
10. <http://jeannepompadour.tumblr.com/post/68267926903/painting-from-the-tomb-chamber-of-nefertari-wife>.
11. [http://kitiphone.ucoz.ru/blog/drugie\\_knigi\\_i\\_materialy\\_nekronomikon\\_kniga\\_mertvykh\\_necronomicon/2014-01-30-25](http://kitiphone.ucoz.ru/blog/drugie_knigi_i_materialy_nekronomikon_kniga_mertvykh_necronomicon/2014-01-30-25).
12. <https://ok.ru/medicalg/topic/65717187974468>.
13. <http://profilgp.ru/article/kak-delali-steklo-v-drevnosti>.
14. [http://fammeo.ru/articles.php?article\\_id=643](http://fammeo.ru/articles.php?article_id=643).
15. <http://terraoko.com/?p=88478>.
16. <http://www.naturalrating.ru/journal/post/103>.
17. <http://limon.kg/news:62715/>
18. <http://www.km.ru/economics/2010/05/06/372705-istoriya-schwarzkopf-vektor-v-mire-mody-i-krasoty>.
19. <https://ru.pinterest.com/pin/11681280257706457/>
20. <http://www.myshared.ru/slide/829926/>
21. <http://www.vostokolyub.ru/rossyip-slov/stati/avitsenna-uchenik-uchenika.htm>.
22. <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
23. <http://900igr.net/kartinki/khimija/Mylo/027-Etiketka-pervogo-russkogo-myla.html>.
24. <http://old.kpfu.ru/chmku/eng/s11.php>.
25. <http://www.diary.ru/~anastgal/p108292493.htm>.
26. <https://otvet.mail.ru/question/18475209>.
27. <http://www.pro-zagar.ru/efirnoe-maslo-bergamota/>
28. <http://kladovaia-krasoti.ru/2011/06/efirnye-masla-dlya-volos/>
29. <http://agro-portal.su/citrusovye-kultury/2894-himicheskiy-sostav-plodov-citrusovyh.html>.
30. <http://www.gabris.ru/gabris/health/tea-tree/oil/>
31. <http://silamasel.ru/efirnye-masla-v-razlichnyh-sredstvakh-i-produktah/>
32. <http://www.womenhealthnet.ru/aromatherapy/734/page-2.html>.
33. <http://safeyourhealth.ru/rozovoe-maslo-primenenie/>
34. [http://www.prosto-mariya.ru/maslo-vinogradnyh-kostochek-svoystva-primenenie-v-kosmetologii-i-lechebno-profilakticheskikh-celyah\\_746.html](http://www.prosto-mariya.ru/maslo-vinogradnyh-kostochek-svoystva-primenenie-v-kosmetologii-i-lechebno-profilakticheskikh-celyah_746.html).
35. <http://www.inflora.ru/directory/essential-oils/apricot-oil.html>.
36. <http://narodnymisredstvami.ru/maslo-avokado/>
37. <http://cglinks.ru/archives/847>.

38. <http://www.budzdr.ru/drugoe/131-vitamini-v-gizni-cheloveka-pravilnoe-sochetanie-vitaminov.html>.
39. <http://shpilki.net/interesno/1438-struktura-volosa>.
40. <http://blog.best-hair.in.ua/hair-structure/>
41. <http://haircolor.org.ua/kosmetika-dlya-volos/ukhod-za-volosami/74-universalnyie-shampuni-2-v-1.html>.
42. [http://www.aquafreshsystems.ru/equip\\_04.htm](http://www.aquafreshsystems.ru/equip_04.htm).
43. <https://www.modum.by/ru/news/info/nekotorye-vidy-ochiscajuscikh-sredstv>.
44. <https://www.biderma20>.
45. <https://azbyka.ru/zdorovie/termalnaya-voda-i-eyo-vliyanie-na-kozhu>.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

*Светлана Алексеевна Богданова  
Юлия Александровна Шигабиева  
Андрей Александрович Князев  
Юрий Геннадьевич Галяметдинов*

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ  
КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
Часть 1  
ПЕНОМОЮЩИЕ  
И ОЧИЩАЮЩИЕ СРЕДСТВА

*Редактор Л. Г. Шевчук*

Подписано в печать 29.12.2018

Формат 60×84 1/16

Бумага офсетная

Печать ризографическая

19,76 усл. печ. л.

21,25 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз.

Заказ 338/18

Издательство Казанского национального исследовательского  
технологического университета

Отпечатано в офсетной лаборатории Казанского национального  
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К. Маркса, 68