

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

**ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**  
**Тезисы докладов 76-й научно-технической конференции**  
**профессорско-преподавательского состава,**  
**научных сотрудников и аспирантов**

Минск 2012

УДК 661.(06)(07.034.44)

**Технология органических веществ** : тезисы 76-й науч.-технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 13-20 февраля 2012 г. [**Электронный ресурс**] / отв. за издание И. М. Жарский; УО «БГТУ». – Минск : БГТУ, 2012. – 76 с. Деп. в ГУ «БелИСА» 25.04.2012 № Д201225.

Сборник составлен по материалам докладов научно-технической конференции сотрудников Белорусского государственного технологического университета, которые являются отражением новейших достижений в области химической переработки древесины, а именно совершенствования технологий производства бумаги и картона, топливных пеллет, фурановых смол, в области безопасности технологических процессов и производств, синтеза и использования новых соединений с биологической активностью и оригинальными свойствами для использования в пищевой, косметической, лакокрасочной, лекарственной промышленности, регулирования свойств пластических масс путем введения модификаторов, а также содержат вопросы биотехнологии и биоэкологии, сертификации продуктов, разработки и применения новых методов анализа веществ и материалов.

Сборник предназначен для работников отраслей народного хозяйства, научных сотрудников, специализирующихся в соответствующих отраслях знаний, аспирантов и студентов ВУЗов.

Рецензенты: Прокопчук Н. Р., член-кор. НАН Беларуси,  
д-р хим. наук, профессор  
Леонтьев В. Н., канд. хим. наук, доцент  
Черная Н. В., д-р техн. наук, профессор

Главный редактор

ректор, канд. хим. наук, профессор ЖАРСКИЙ И. М.

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2012

УДК 542.951.1:547.462.3

М. В. Андрюхова, асп.;  
В. Л. Флейшер, канд. техн. наук, доц.;  
Т. В. Чернышева, науч. сотр.;  
С. А. Гордейко, асп.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ПОЛУЧЕНИЕ АМИДОВ ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ КАК ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГИИ БУМАГИ И КАРТОНА**

При производстве клееных видов бумаги и картона используются различные волокнистые полуфабрикаты, проклеивающие материалы, наполнители, красители, упрочняющие добавки, электролиты и катионные полиэлектролиты. Вид и расход каждого компонента влияет на бумагообразующие и коллоидно-химические свойства такой многокомпонентной системы и зависит от требований, предъявляемых к качеству и себестоимости производимой продукции [1].

На наш взгляд, полиамиды фумаровой кислоты могут найти применение в технологии бумаги и картона в качестве упрочняющих добавок наряду с импортными упрочняющими добавками и полиэлектролитами, используемыми на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности в настоящий момент.

Цель работы – синтезировать полиамиды фумаровой кислоты и испытать их в качестве химических добавок в технологии бумаги и картона.

В качестве исходных веществ были выбраны фумаровая кислота и амины: диэтилентриамин (ДЭТА) и триэтилентетрамин (ТЭТА). Полиамиды фумаровой кислоты получали методом равновесной поликонденсации в расплаве. Реакцию осуществляли при температуре 160°C и контролировали по количеству выделившейся воды, определяющему конверсию реагентов, а также по изменению кислотного числа реакционной массы. Полученные полиамиды представляют собой твердые темно-коричневые продукты хорошо растворимые в воде.

При добавлении в бумажную массу 2% -ых растворов полиамидов на основе фумаровой кислоты с ДЭТА и ТЭТА в концентрации 0,5-2,0 % от а.с.в. наблюдается увеличение разрывной длины бумаги соответственно на 1500–3000 м. и 1000-1500 м. по сравнению с образцом без добавки.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Чёрная, Н. В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона: монография / Н. В. Чёрная. – Минск : БГТУ, 2009. – 394 с.

УДК 331.45

В. Н. Босак, д-р с.-х. наук, доц.;

И.Т. Ермак, канд. биол. наук, доц.;

Б. Р. Ладик, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

## **ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА – ОСНОВА СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ**

Вследствие неудовлетворительного состояния условий труда, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости общество несет значительные материальные потери. Так, только ежегодные страховые выплаты за счет средств обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в Республике Беларусь составляют свыше 100 млрд. рублей.

Оценке подлежат все присутствующие на рабочем месте вредные и опасные факторы производственной среды, тяжесть и напряженность трудового процесса. Оценка проводится путем сопоставления полученных в результате измерений фактических величин с критериями, на основании которых устанавливается класс условий труда с предоставлением компенсаций за вредные условия труда.

Необходимо осуществить переход:

от системы, связанной с предоставлением компенсаций за вредные условия труда, к системе управления профессиональными рисками;

от системы реагирования на происшествия и материальной компенсации неблагоприятных последствий к системе оценки и управления профессиональными рисками и устранению причин опасных происшествий;

от системы формальных наказаний к системе экономических стимулов;

от статусного списочного подхода предоставления компенсаций работникам к установлению компенсаций исходя из реальных условий труда на рабочих местах;

от системы страхования, основанной на формальных страховых тарифах к системе страхования, основанной на индивидуальных тарифах, рассчитанных по фактическим показателям профессионального риска в организации;

Цель государственной политики в области охраны труда – защита здоровья работника и обеспечение охраны труда; достигается путем внедрения системы управления профессиональными рисками на каждом рабочем месте и вовлечения в управление этими рисками основных сторон социального партнерства – государства, работодателей и работников.

УДК 634.0.31

А. К. Гармаза, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕТРОВАЛЬНО-БУРЕЛОМНЫХ ЛЕСОСЕК**

Ежегодно в мире около 7 млн. га лесов погибают из-за ветровала. В Республике Беларусь ежегодно ветровалом уничтожается от 0,5 до 2 млн. м<sup>3</sup> древесины. Все чаще приходится разрабатывать ветровально-буреломные лесосеки. На таких работах уровень травматизма самый высокий в отрасли.

Наиболее трудоемкой и травмоопасной технологической операцией при лесосечных работах является валка деревьев бензиномоторными пилами. Анализ травматизма свидетельствует, что основными нарушениями требований охраны труда на этих работах являются: нахождение работников в опасной зоне валки деревьев; несоблюдение вальщиками леса параметров спиливания деревьев.

К разработке ветровально-буреломных лесосек необходимо допускать наиболее опытных работников, прошедших предварительный и периодический медицинские осмотры и признанных годными для выполнения соответствующих видов работ. Они должны также пройти инструктаж, стажировку, обучение и проверку знаний по охране труда, пожарной безопасности, оказанию первой медицинской помощи и иметь об этом специальное удостоверение.

Разработка ветровально-буреломных лесосек проводится по технологической карте. Бригадир комплексной бригады обязан получить от мастера леса под расписку схему лесосеки с четким изображением на ней пасек, с указанием очередности их разработки, трелевочных волоков, лесопогрузочных пунктов, лесовозных усов, опасных зон, мест расположения обогревательных помещений и пунктов питания, площадок для стоянки техники и хранения горюче-смазочных материалов. Со схемой должны быть ознакомлены все члены комплексной бригады.

Рабочие бригады при получении от мастера сменного задания обязаны ежедневно проходить целевой инструктаж на рабочем месте о возможных опасных ситуациях, которые могут возникнуть в процессе работы и мерах по их предупреждению. Без целевого инструктажа на рабочем месте приступать к работе не разрешается, мастер ежедневно напоминает рабочим о мерах предосторожности.

Безаварийная производственная деятельность возможна только при ответственном отношении к своим обязанностям должностных лиц и работников, а также при высокой культуре производства.

УДК 646.24

С. А. Гордейко, асп.;  
Н. В. Черная, д-р техн. наук, проф.;  
В. Л. Колесников, д-р техн. наук, проф.;  
Н. В. Жолнерович, канд. техн. наук, доц.;  
Е. С. Паримончик, инж.;  
Е. Н. Атрашкевич, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МАКУЛАТУРЫ СБОРНОЙ НА СВОЙСТВА БУМАЖНОГО ЛИСТА**

На отечественных предприятиях производится широкий ассортимент бумажной и картонной продукции, путем переработки различных видов макулатуры, поступающей от 30 поставщиков. Сложность переработки макулатуры объясняется ее неоднородным составом и нестабильными бумагообразующими свойствами. Особую актуальность приобретает решение проблемы переработки сборной макулатуры.

Проведенные исследования позволили изучить влияние состава макулатуры сборной на свойства бумажного листа. Показано, что каждый вид макулатуры сборной обладает конкретными бумагообразующими свойствами, что ограничивает область ее применения при получении из нее бумаги и картона с заданными свойствами. Макулатурная масса существенно отличается средневзвешенной длиной волокна (диапазон от 0,5 до 1,6 мм), степенью помола (от 13 до 35<sup>0</sup>ШР), составом по волокну (присутствует в различном соотношении древесная масса (от 7 до 92,6 %), целлюлоза сульфитная лиственная беленая и небеленая (от 2,4 до 62,7 %), целлюлоза сульфитная хвойная беленая и небеленая (от 5,2 до 52,4 %), целлюлоза сульфатная лиственная беленая и небеленая (от 7,4 до 81,7 %), целлюлоза сульфатная хвойная беленая и небеленая (от 5,3 до 72,8 %)), зольностью (от 2 до 25,8 %). Поэтому образцы бумаги, изготовленные из различных марок макулатуры сборной (МС-1, МС-2, ..., МС-13), отличаются разрывной длиной (диапазон от 545 до 5325 м), впитываемостью при одностороннем смачивании (от 90 до 196 г/м<sup>2</sup>), разрушающим усилием в сухом (от 0,5 до 6,3 кгс) и во влажном (от 0,01 до 0,32 кгс) состояниях, удлинением в сухом (от 2,2 до 4,6 кгс) и во влажном (от 3 до 10 кгс) состояниях, влагопрочностью (от 0,8 до 10 %).

Таким образом, исследования позволяют разработать практические рекомендации по рациональному использованию конкретного вида макулатуры сборной на предприятиях концерна «Беллесбумпром» при производстве бумаги и картона целевого назначения.

УДК 676.024.73

А. А. Драпеза, асп.; Н. В. Черная, д-р техн. наук, проф.;  
Н. В. Жолнерович, канд. техн. наук, доц.;  
Л. С. Ещенко, д-р техн. наук, проф.;  
Л. С. Малицкая, науч. сотр.  
(БГТУ, г. Минск)

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО КАРТОНА  
В УСЛОВИЯХ ОАО «СЛОНИМСКИЙ  
КАРТОННО-БУМАЖНЫЙ ЗАВОД «АЛЬБЕРТИН»**

В бумажной промышленности минеральные наполнители играют важную роль. Они используются в различных видах бумаги и картона. Так преобладающим видом бумажной продукции, где используются наполнители, являются писче-печатные виды бумаги, а также различные виды полиграфического картона [1]. Как правило, стоимость минеральных наполнителей ниже, чем целлюлозное волокно, поэтому замена части волокна на дешевое минеральное сырье выгодно и целесообразно, как экономически, так и технологически. В качестве наполнителей на отечественных предприятиях используют каолин и мел. Однако данные наполнители обладают рядом недостатков.

На сегодняшний день перспективным направлением является использование композиционных синтетических наполнителей полученных на основе отходов химических предприятий.

Целью работы являлось исследование влияния композиционного наполнителя на свойства полиграфического картона в условиях ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин».

В качестве наполнителя использовали композиционный мелкодисперсный наполнитель, полученный на основе фосфогипса, кремнегеля, жидкого стекла, мела и воды. Фосфогипс является отходом производства экстракционной фосфорной кислоты, а кремнегель – отходом производства фторида алюминия.

Введение мелкодисперсного композиционного наполнителя в волокнистую массу позволило повысить прочность полиграфического картона на 17-24%, увеличить степень проклейки по штриховому методу на 10-14%, снизить впитываемость при одностороннем смачивании на 3-4%, повысить белизну на 2-3%, увеличить степень удержания наполнителя в структуре покровных слоях полиграфического картона на 3-5%.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – М. : Лесная промышленность, 2006. – 695 с.

УДК 676.1:676.22

А. А. Дубовик, асп.;  
В. В. Горжанов, канд. техн. наук, науч. сотр.;  
Т. П. Шкирандо, ст. науч. сотр.;  
А. А. Пенкин, канд. техн. наук, доц.;  
Т. В. Соловьева, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

### **БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В КОМПОЗИЦИИ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ**

В настоящее время применение дешевых видов волокнистых полуфабрикатов в композиции бумаги для печати взамен импортируемой дорогостоящей беленой целлюлозы сдерживается возникающим при этом ухудшением ее структурно-механических и оптических свойств.

Выполненными исследованиями установлена возможность такой замены с использованием макулатуры марки МС–7Б и древесной массы в виде термомеханической и химико-термомеханической без снижения показателей качества бумаги.

Применительно к размолу в дисковой мельнице НДМ-3 размалывающего комплекта ЛКР-1 результат был достигнут оптимизацией режимных параметров размола. На основе использования методики математического планирования эксперимента с реализацией плана Бокса определены оптимальные параметры размола: макулатуры – продолжительность размола – 11 мин, величина межножевого зазора – 0,3 мм, число оборотов дисков мельницы – 1500 об/мин; химико-термомеханической массы – продолжительность размола – 21 мин, величина межножевого зазора – 0,22 мм, число оборотов дисков мельницы – 1500 об/мин. С помощью симплекс-решетчатого планирования было рассчитано оптимальное содержание каждого из компонентов в композиции бумаги для печати, содержащей целлюлозу, макулатуру и древесную массу. Размол полуфабрикатов при оптимальных параметрах позволил 40% беленой целлюлозы заменить на макулатуру, 35% – на термомеханическую массу и 31% – на химико-термомеханическую массу.

Была получена бумага, со свойствами в полной мере отвечающей требованиям, предъявляемым к бумаге для печати, предназначенной для изготовления потребительских товаров по ТУ ВУ 600017868.062.



УДК 674.81

Е. В. Дубоделова, канд. техн. наук, науч. сотр.,  
Н. А. Сычева, магистрант, И. А. Хмызов, канд. техн. наук, доц.;  
Т. А. Снопкова, науч. сотр.;  
Т. В. Соловьёва, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ТОПЛИВНЫХ ПЕЛЛЕТ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД**

Традиционно для получения топливных пеллет используются древесные отходы хвойных пород (сосны, ели), объёмы которых неуклонно сокращаются. Это вызывает необходимость вовлечения в технологический процесс древесины лиственных пород, которая в значительной части все еще не находит удовлетворительного практического применения. Для получения топливных пеллет нами были использованы древесные породы – ольха и берёза, которые широко районированы на территории Республики Беларусь. Древесина этих пород отличается однородностью анатомических элементов, она содержит в своём составе большое количество высокореакционных гемицеллюлоз (41,7-43,1%). При нагреве, происходящем в грануляторе, гемицеллюлозы образуют естественное связующее, которое обеспечивает адгезионное взаимодействие древесных частиц с приданием композиции необходимой формы – гранул.

Однако, топливные пеллеты, полученные из древесины ольхи и берёзы, обладают несколько пониженной прочностью (соответственно на 11 и 18%) по сравнению с достигаемой при использовании древесины сосны. При обработке древесных частиц насыщенным паром происходит их дополнительное увлажнение, в результате чего температура в грануляторе увеличивается с 110 до 120 °С. При этом возрастает реакционная способность гемицеллюлоз, за счёт которых происходит повышение прочности топливных пеллет, полученных из берёзы и ольхи, и она становится сравнимой с получаемой при использовании древесины сосны.

Линия полного цикла по производству топливных пеллет из увлажнённых древесных частиц включает в себя следующие основные агрегаты: рубительную машину, дробилку, мельницу, сушилку, пресс-гранулятор, оснащённый устройством для подачи насыщенного пара, охладитель и линию по упаковке. При использовании в качестве сырья древесины лиственных пород применяется матрица с меньшей длиной прессующего канала, т.к. древесина лиственных пород требует более кратковременной термической обработки по сравнению с древесиной хвойных пород.

УДК 331.45:647

И. Т. Ермак, канд. биол. наук, доц.; Б. Р. Ладик, ст. преп.;  
В. Н. Босак, д-р с.-х. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ШУМОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАБОТАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

При исследовании уровней шума на основных рабочих местах цеха ДСП ОАО «Ивацевичдрев» с целью сопоставления его с нормативными значениями производились измерения октавных уровней звукового давления и уровней звука в соответствии с ГОСТ 12.1.050-86. Методы измерения шума на рабочих местах.

Результаты исследований параметров шума на основных рабочих местах производства древесностружечных плит представлены в таблице.

Наименование оборудования (рабочее место)	Уровень звука, дБА	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Стружечный станок «PESSA»	95	83	88	88	95	92	88	82	81	75
Станок поперечной и продольной обрезки плит	95	87	90	90	87	84	84	86	88	54
Инерционные сепараторы	84	101	84	86	83	82	72	74	69	66
Нормативные значения	80	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Анализ данных показывает, что наибольшее превышение допустимых уровней наблюдается на средних и высоких частотах, наиболее вредных для человека:

- на рабочем месте станочника стружечного станка «PESSA» и оператора сортировки стружки от 1 до 14 дБ;
- на рабочем месте станочника форматной обрезки плит – от 3 до 17 дБ;
- на рабочем месте оператора сепараторов – от 1 до 4 дБ.

Для уменьшения вредного воздействия шума разработана конструкция звукоизолирующей кабины для операторов указанных рабочих мест.

УДК 676.038; 676. 273.3

Н. В. Жолнерович, канд. техн. наук, доц.<sup>1</sup>; Ф. Н. Капуцкий, академик<sup>2</sup>;  
Н. В. Черная, д-р техн. наук, проф.<sup>1</sup>; Д. И. Шиман, канд. хим. наук<sup>2</sup>  
Л. А. Лесун, магистрант<sup>1</sup>, Я. В. Касперович, студ.<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>БГТУ, г. Минск, <sup>2</sup>НИИ ФХП БГУ)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОПОЛИМЕРОВ СТИРОЛА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ МАКУЛАТУРНЫХ ВИДОВ БУМАГИ**

Актуальность направленного упрочнения макулатурных видов бумаги обусловлена пониженными бумагообразующими свойствами макулатурного сырья. Перспективным способом решения указанной проблемы является применение в композиции бумажной массы вспомогательных химических веществ, эффективность действия которых зависит от условий их получения и модификации. Производство таких веществ в Республике Беларусь отсутствует, что обуславливает научную и практическую значимость настоящей работы, целью которой являлась оценка эффективности действия модифицированных сополимеров стирола и малеинового ангидрида при упрочнении макулатурных видов бумаги.

Сравнительной оценке подвергались образцы бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup>, содержащие в композиции катионный крахмал («Hi-Cat» С 323 А ТУ 9187–002–96457359–07), проклеивающую эмульсию на основе димера алкилкетена («Ультрасайз-200» ТУ 2499–004–70048729–2007) и исследуемые образцы сополимеров стирола и малеинового ангидрида. Образцы сополимеров стирола, отличающиеся видом модифицирующего агента (NH<sub>4</sub>OH, NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>) были синтезированы в лаборатории катализа полимеризационных процессов НИИ ФХП БГУ.

Анализ полученных результатов показал, что эффективность упрочняющего действия сополимеров стирола и малеинового ангидрида зависит от условий их модификации. Установлено, что модификацию сополимеров целесообразно осуществлять с использованием водного аммиака (NH<sub>4</sub>OH). При этом содержание звеньев малеинового ангидрида должно составлять 20-22 мол.%, молекулярная масса должна находиться в пределах 5500-6500 у.е. Выявлено влияние расходных и режимных параметров сушки образцов бумаги на основные показатели качества образцов бумаги. Установлена практическая целесообразность применения режима сушки при температуре 120-125°C. Определена возможность использования модифицированных сополимеров стирола и малеинового ангидрида для упрочнения макулатурных видов бумаги и картона взамен импортных химических веществ.

УДК 331.108.43:630\*332.1

Б. Р. Ладик, ст. преп.;  
И. Т. Ермак, канд. биол. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА ПРИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА ВАЛЬЩИКА НА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТАХ**

При проведении лесосечных работ вальщик леса подвергается воздействию прерывистого шума, для которого в соответствии с ГОСТ 12.1.050-86 «Методы измерения шума на рабочих местах» измеряются эквивалентный и максимальный уровни звука, дБА. Время измерения должно составлять полный цикл выполняемой работы.

Эквивалентные уровни звука должны быть приведены к 8-часовой рабочей смене и должны характеризовать шумовое воздействие на работающего за время рабочего дня.

Оценка непостоянного шума на рабочих местах на соответствие ПДУ должна проводиться как по эквивалентному по энергии, так и по максимальному уровням звука.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума на рабочем месте вальщика леса должны устанавливаться с учетом тяжести и напряженности труда.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума на рабочих местах с разными условиями тяжести и напряженности труда приведены в таблице.

**Таблица – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные по энергии уровни непостоянного шума**

Классы условий по напряженности труда	Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни для разных условий тяжести труда, дБА
Класс условий по тяжести труда – оптимальные (1) и допустимые (2)	
Оптимальные (1), допустимые (2)	80
Вредные 1 степени (3.1)	65
Вредные 2 степени (3.2)	50
Класс условий по тяжести труда – вредные 1 степени (3.1)	
Оптимальные (1), допустимые (2)	75
Вредные 1 степени (3.1)	65
Класс условий по тяжести труда – вредные 2 степени (3.2)	
Оптимальные (1) допустимые(2)	75

УДК 646.24

И. В. Николайчик, магистрант,  
Н. В. Жолнерович, канд. техн. наук, доц.;  
Н. В. Черная, д-р техн. наук, проф.;  
В. Л. Колесников, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И МАССОЕМКОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ НА СВОЙСТВА ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО КАРТОНА**

Развитие картонного производства на современном этапе характеризуется необходимостью повышения качества и снижения себестоимости продукции. Характерной особенностью элементарных слоев полиграфического картона является наличие в их композиции дорогостоящего первичного волокнистого сырья – целлюлозы. Для того, чтобы снизить себестоимость готовой продукции, необходимо заменить часть дефицитной и дорогостоящей целлюлозы на более дешевое и доступное вторичное волокнистое сырье – макулатуру.

Проведенные исследования позволили изучить влияние композиционного состава и массоемкости элементарных слоев и определить предпочтительный их состав, содержащий максимальное количество макулатуры вместо целлюлозы, что позволило обеспечить требуемые физико-механические показатели многослойного картона при одновременном снижении его себестоимости.

Работа проводилась в два этапа. На первом этапе был определен предпочтительный состав по волокну элементарных слоев картона: покровный слой – 40% целлюлозы сульфатной хвойной беленой и 60% белой макулатуры марки МБ-1; средний слой – 40% целлюлозы сульфатной хвойной беленой и 60% белой макулатуры марки МБ-2; основной слой – 60% сборной макулатуры марки МС-5Б и 40% белой макулатуры марки МБ-1. На втором этапе была выявлена предпочтительная массоемкость элементарных слоев: покровный слой – 60 г/м<sup>2</sup>, средний слой – 50 г/м<sup>2</sup>, основной слой – 130 г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, показана практическая возможность частичной замены дорогостоящего первичного волокнистого сырья (целлюлозы) вторичным волокнистым материалом (макулатурой). Установлено, что целенаправленное изменение массоемкости элементарных слоев полиграфического картона позволяет обеспечить картону требуемое качество при использовании в его композиции макулатуры.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Горскі, Г. М. Тэхналогія паперы і кардону / Г. М. Горскі. – Мн. : БДТУ, 2003. – 246 с.

УДК 676.15

А. О. Новиков, асп. (БГТУ, г. Минск);  
В. И. Темрук, ген. директор, к-т техн. наук  
(УП «Бумажная фабрика Гознака», г. Борисов);  
Т. В. Соловьева, д-р техн. наук, проф. (БГТУ, г. Минск);  
В. В. Горжанов, канд. техн. наук, науч. сотр. (БГТУ, г. Минск);  
А. А. Дубовик, асп. (БГТУ, г. Минск)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМАЛЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И БУМАГООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Хлопковая целлюлоза по своему строению и свойствам существенно отличается от целлюлозы из древесины хвойных пород. Она самая прочная и чистая среди природных волокон, состоит из альфа-целлюлозы более чем на 90%. Повышенная кристалличность, а также нативные особенности хлопка затрудняют его фибриллирование при размоле [1]. В то время как у древесной целлюлозы пучки фибрилл параллельны оси волокна и окружены гемицеллюлозными и лигнинными компонентами, облегчающими их разделение, у хлопкового волокна фибриллы расположены под углом  $45^\circ$  к оси волокна [2, 3]. Поэтому у хлопковой целлюлозы при размоле происходит преимущественно укорочение волокна, а не его фибриллирование.

Это обусловило цель работы – исследовать способность хлопковой целлюлозы к размолу и оценить ее бумагообразующие свойства. Исследовали две хлопковые целлюлозы: марки 150 Ферганского химического завода фурановых соединений и хлопковый линт CS-21DHS фирмы CELSUR COTTON LINTERS PULP.

В результате проведенного эксперимента были изучены бумагообразующие свойства хлопковой целлюлозы, полученной при различных режимах размола. Определены режимы размола хлопковой целлюлозы, позволяющие не только снижать длину волокон и регулировать фракционный состав, но и добиваться их интенсивного фибриллирования.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Миркамилов, Ш. М. Зависимость надмолекулярной структуры целлюлозы из стеблей хлопчатника от технологических процессов ее получения / Ш. М. Миркамилов, М. С. Тиллашайхов // Химия природных соединений, 1996. - № 6. - С. 928-931

2 Насекин, Н. А. Хлопковое волокно, его добывание и свойства / Н. А. Насекин. – М. : Легкая промышленность, 1993. – 220 с.

3 Роговин, З. А. Химия целлюлозы / З. А. Роговин. – М. : Химия, 1972. – 520 с.

УДК 543. 53: 674

В. В. Перетрухин, канд. техн. наук, доц.;  
Г. А. Чернушевич, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
РАБОТНИКОВ ОАО «ИВАЦЕВИЧДРЕВ»  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЫРЬЯ  
ИЗ ЗОН РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

По причине необходимости частичного использования на деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь древесного сырья из зон радиоактивного загрязнения ( $185\text{--}555\text{ кБк/м}^2$ ), поэтому получаемая продукция лесного хозяйства весьма дифференцирована по содержанию радиоактивных веществ. Это вынуждает проведение выявления, оценки, прогнозирования опасностей, действующих на работников и обеспечения безопасных условий жизнедеятельности. Основными дозообразующими элементами, обуславливающими радиоактивное загрязнение древесного сырья, являются радионуклиды цезия, стронция и плутония. Действие этих источников связано с внешним облучением и поступлением радионуклидов внутрь организма через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и при контакте с загрязненными поверхностями через кожу.

Существенная особенность поражений от внутреннего облучения состоит в том, что особую опасность при нем приобретают радиоизотопы тяжелых элементов, испускающие не только бета-, но и альфа-частицы. Обладая высокой ионизирующей способностью, эти излучения, несмотря на малую проникающую способность, вызывают тяжелые повреждения эпителия воздухоносных путей и кишечника, в которых они оставляют весь запас своей кинетической энергии.

Учитывая высокую опасность радиационного воздействия на человека, для обеспечения радиационной безопасности работников предприятия ОАО «Ивацевичдрев» необходимо проводить комплекс мероприятий включающий: входной радиометрический контроль древесного сырья и материалов, использующихся в технологическом процессе, контроль радиационного фона на рабочих местах и в производственных помещениях, использование средств индивидуальной защиты, своевременное удаление отходов и древесной пыли, влажная уборка тех помещений в которых находится персонал.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Переволоцкий, А. Н. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2006. – 255 с.

УДК 676.18; 676.189

П. И. Письменский, асп.

(БГТУ, г. Минск);

Ю. Г. Лука, зам. директора по производству

(РУП «Завод газетной бумаги», г. Шклов);

Е. В. Дубоделова, канд. техн. наук, ст. преп.;

Т. В. Соловьева, д-р техн. наук, проф.

(БГТУ, г. Минск)

## **ХИМИЧЕСКОЕ АКТИВИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ**

Сырьевая база для получения ТММ в настоящее время расширяется за счет вовлечения в технологический процесс древесины лиственных пород. Для получения ТММ с использованием лиственной древесины нами была выбрана осина, которая в больших объемах произрастает на территории Республики Беларусь. Древесина этой породы имеет светлую окраску, отличается мягкостью и низкой плотностью, ее анатомические элементы однородны, она содержит в своем составе большое количество гемицеллюлоз и реакционноспособный лигнин. Проведенные на кафедре химической переработки древесины БГТУ и РУП «Завод газетной Бумаги» исследования показали, что при замене в композиции ТММ с 10 до 20% древесины ели на древесину осины показали ее положительное влияние на фракционный состав и печатные свойства полученной из нее газетной бумаги, а также на энергетические затраты при размоле щепы, которые снизились не менее чем на 5%. Однако при этом произошло некоторое снижение разрывной длины газетной бумаги с 4150 до 3850 м.

Для повышения прочности ТММ получаемой с использованием древесины осины была применена дополнительная обработка щепы на стадии пропаривания сульфитом натрия с варьированием его расхода от 1 до 10%. В этом случае прочность газетной бумаги, изготовленной даже из одной осиновой массы, возросла до 4500 и 9300 м (при минимальном и максимальном расходах химиката соответственно). Пропорционально увеличению расхода сульфита натрия возрастала способность древесины к размолу (на это указывает возрастание степени помола массы с 61 до 79 °ШР). Сульфит натрия вызвал повышение степени набухания древесных волокон и увеличение реакционной способности гемицеллюлоз и лигнина, которые приняли участие в образовании дополнительных связей, ответственных за образование прочности бумаги.



УДК 614.83:665

Ю. С. Радченко, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **АНАЛИЗ РИСКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**

Технологические установки и объекты нефтеперерабатывающих предприятий обладают рядом специфических особенностей, которые требуют особого подхода при анализе риска и использовании известных методов и методик оценки последствий возможных аварийных ситуации, а также оценки вероятности возникновения и развития аварийной ситуации. Специфика установок нефтепереработки определяется высокими взрывопожароопасными свойствами технологических сред, обращающихся в оборудовании, высокой температурой и повышенным давлением при реализации технологических процессов. Учитывая специфику объектов нефтепереработки предлагаются следующие основные этапы анализа риска эксплуатации установок нефтепереработки.

На первом этапе проводится идентификация опасности данного объекта и определение характеристик, в результате чего составляется перечень нежелательных событий, приводящих к аварии. По результатам анализа количества отказов и неполадок выявляется наиболее «проблемное» оборудование, т.е. оборудование которое имеет наибольшее количество отказов, способных привести к аварийной ситуации. На основе перечня наиболее «энергоёмкого» и «проблемного» оборудования производится анализ неполадок и отказов оборудования и анализ аварий ранее произошедших на данном или подобных объектах. Результатом анализа неполадок и аварий является причины возникновения аварийных ситуации и их последствия. На основе этого выявляются причинно-следственные связи отдельных событий, приводящих к аварийной ситуации, и сценарии возможных аварийных ситуаций.

Третий этап анализа риска эксплуатации оборудования – анализ последствий включает оценку воздействий взрыва, пожара на людей, имущество, окружающую среду. Для прогнозирования последствий необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (пожара, взрыва, токсического выброса).

Результатом анализа риска является разработка мероприятий направленных на повышение надежности оборудования, оснащение системами противоаварийной защиты, совершенствование управления технологическим процессом и снижение «потенциальной опасности» объекта.

УДК 331.452

Н. А. Сорокин, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА**

Аттестация рабочих мест по условиям труда проводится в целях комплексной оценки условий труда на конкретном рабочем месте для разработки и реализации плана мероприятий по улучшению условий труда, определения права работника на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, сокращенную продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, а также для определения обязанностей нанимателя по профессиональному пенсионному страхованию работников.

Оценка факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса проводится путем сопоставления полученных в результате измерений и исследований их фактических величин с гигиеническими нормативами.

Одним из звеньев Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь является Белорусский государственный институт метрологии (БелГИМ).

В государственном реестре средств измерений содержится информация о типах средств измерений (СИ), допущенных к применению на территории Республики Беларусь.

Методика выполнения измерений (МВИ) - совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленной точностью.

Перечень методик выполнения измерений, прошедших метрологическую экспертизу в БелГИМ, и Перечень методик выполнения измерений, признанных действующими на территории Республики Беларусь, формируются БелГИМ.

Измерения и исследования уровней вредных и (или) опасных факторов производственной среды для аттестации осуществляют испытательные лаборатории, аккредитованные в системе аккредитации Республики Беларусь на соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17025 и включенные в реестр аккредитованных испытательных, поверочных и калибровочных лабораторий, формируемым Республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный центр аккредитации» (БГЦА).

УДК 613.5:614.876

В. В. Терешко, преп.; Т. А. Астахова, преп.  
(БГТУ, г. Минск)

## **РАДИАЦИОННЫЙ ФОН В ДОМАХ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛЮДЕЙ**

С целью получения достоверной информации о радиационной обстановке на кафедре безопасности жизнедеятельности БГТУ проведены специальные исследования по оценке мощности эквивалентной (экспозиционной) дозы (МЭД) в современных зданиях из различных материалов и на разных этажах. В ходе эксперимента были попытки выявления вклада перекрытий и стеновых ограждений из различных материалов в формирование величины МЭД. Средние значения мощности дозы в зданиях из сборного железобетона повышенной этажности, оказались равными соответственно от 0,11 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует норме [1]. Установлено, что мощность гамма-излучения в помещении в основном зависит от содержания радионуклидов в ограждающих строительных конструкциях. Незначительные повышения МЭД возле домов отмечались в местах тектонических разломов в городе, где возможно повышение концентрации радона и, соответственно, повышение МЭД.

Совместно с сотрудниками Международного экологического университета им А.Д. Сахарова проведены выборочные измерения радона в отдельных районах и домах г. Минска. Значения активности по радону в основном не превышали 150 Бк/м<sup>3</sup>, что соответствовало норме (200 Бк/м<sup>3</sup>). Чётко прослеживается зависимость уровня радонового загрязнения от использованных при строительстве материалов зданий и особенностей их эксплуатации.

- выше уровень загрязнения в старых помещениях, которые имеют песчаный пол и плохую вентиляцию;
- ниже уровень загрязнения в зданиях, имеющих бетонный фундамент и оснащенных современными системами вентиляции.

Уровень концентрации радона в воздухе внутри помещений можно снизить несколькими способами – от заделывания щелей в полах и стенах до повышения интенсивности вентиляции зданий.

Таким образом, становится очевидным, что уровень облучения населения зависит от радиоактивности строительных материалов, сложившейся практики строительства в стране, геологических и климатических особенностей конкретного региона.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002). СанПиН 2.6.1.8-2002 – Минск : Издательство РЦГЭ Минздрава РБ, 2002. – 96 с.

УДК 547.576:678.049.8

В. Л. Флейшер, канд. техн. наук, доц.; М. В. Андрюхова, асп.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ПОЛУЧЕНИЕ ДУШИСТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ВАНИЛИНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) – одно из немногих душистых веществ, потребности в котором постоянно возрастают. Это обусловлено постоянным ростом потребления пищевых продуктов, в которых ванилин или его производные используются в качестве ароматизаторов.

В задачи работы входило получение новых душистых веществ на основе ванилина и вератрового альдегида альдольно-кратоновой конденсацией с алифатическими и ароматическими кетонами.

Синтез душистых веществ на основе ванилина и вератрового альдегида осуществляли по известной методике. В качестве алифатических и ароматических кетонов использовали: ацетон, метилэтилкетон, гептанон-2, ионон, ацетофенон, *n*-метилацетофенон и *n*-метоксиацетофенон. Выход продуктов конденсации составил 68-94%.

Отличительной особенностью разработанной методики получения душистых веществ на основе ванилина альдольно-кратоновой конденсацией являются:

- использование метанола в качестве растворителя;
- применение гидроксида натрия вместо гидроксида калия. Применение гидроксида калия является нецелесообразным, поскольку приводит к образованию менее растворимого в метаноле ванилата калия;
- необходимость использования большого избытка гидроксида натрия, поскольку часть его идет на образование соли – ванилата натрия;
- для выделения продукта конденсации из метанольного раствора вместо уксусной кислоты целесообразно использовать слабый раствор минеральной кислоты, что позволяет получить более чистый продукт с высоким выходом.

Наличие функциональных групп в полученных душистых веществах подтверждено ИК-спектроскопическим анализом.

Таким образом, в данной работе осуществлен синтез душистых веществ на основе ванилина и вератрового альдегида альдольно-кратоновой конденсацией. Получены производные на основе алифатических и ароматических кетонов. Все вещества выделены и их строение доказано с использованием ИК-спектроскопического анализа.

УДК 613.6.027:674

Г. А. Чернушевич, ст. преп.;  
В. В. Перетрухин, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

**ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЯ  
РАБОТАЮЩИХ (на примере ОАО «Ивацевичдрев»)**

Сущность оценки риска состоит в том, что необходимо учитывать не только влияющие на состояние здоровья работающего вредности и опасности производства и характер трудового процесса, но и факторы, зависящие от поведения работающего и степени исполнения им требований безопасности и гигиены труда и другие [1].

В настоящее время около 90% организаций Республики Беларусь для оценки профессиональных рисков в ходе разработки и сертификации систем управления охраной труда в основном пользуются методом оценки рисков по вероятности их возникновения и серьезности последствий.

Оценка рисков ( $R$ ) заключается в нахождении произведения между вероятностью возникновения опасности ( $P$ ) и серьезностью последствий воздействия опасности ( $S$ ):

$$R = P \cdot S,$$

где  $P$  – вероятность возникновения опасности;  $S$  – серьезность последствий.

В республике по состоянию на 01.01.2012 г. численность занятых в экономике составляет 4 649,6 тыс. чел. Тяжелые травмы на предприятиях в 2011 г. получили 736 чел., тогда профессиональный риск травматизма будет:

$$R = n / N = 736 / 4\,649\,600 = 1,58 \times 10^{-4}.$$

На кафедре безопасности жизнедеятельности выполняется научно-исследовательская тема ГБ 25-11, в которой исследуются санитарно-гигиенические характеристики технологического процесса производства ДСП на ОАО «Ивацевичдрев». На начало 2012 г. на этом предприятии численность работающих составила 1160 человек и за 2011 г. на нем произошло 6 несчастных случаев. Тогда профессиональный риск травматизма на предприятии составит

$$R = n / N = 6 / 1160 = 5,17 \cdot 10^{-3}.$$

Как видно из расчета, этот показатель выше, чем профессиональный риск травматизма по республике, равный  $R = 1,58 \cdot 10^{-4}$ .

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Семич, В. П. Еще раз к вопросу о профессиональных рисках // Охрана труда. Практикум / В. П. Семич. – 2010. – № 9. – С. 3–15.

УДК 665.947.834

Т. В. Чернышева, науч. сотр., М. В. Андрюхова, асп.;  
С. И. Шпак, канд. техн. наук, ст. преп.;  
В. Л. Флейшер, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЯ КАНИФОЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ**

Одним из способов модификации канифоли является ее диспропорционирование. Диспропорционированная канифоль обладает улучшенными потребительскими свойствами: устойчива к окислению кислородом воздуха, не кристаллизуется, имеет хорошие показатели цветности. Процесс диспропорционирования канифоли, как и большинство химических процессов проводят с участием катализаторов. В зависимости от их природы процесс диспропорционирования протекает в различных условиях, и соответственно, получают диспропорционированную канифоль с различными физико-химическими свойствами.

Объектом исследований является диспропорционированная живичная канифоль. Целью данной работы является сравнительная оценка продуктов диспропорционирования канифоли с использованием катализаторов различной природы.

Для исследования были выбраны катализаторы неметаллической природы (йод, йодистый аммоний, сера, оксид селена) и катализаторы на твердом носителе, обладающие высокой диспергируемостью и сильно развитой удельной поверхностью (никель Ренея, палладий на активированном угле). Процесс диспропорционирования проводили при температуре 200°C в течение пяти часов с расходом неметаллических катализаторов 0,1-0,6% и для металлических катализаторов – 2-4% по отношению к массе канифоли. Результаты исследований показали, что использование йода и йодистого аммония в качестве катализатора приводит к снижению кислотного числа на 5-7 единиц и температуры размягчения 7-8°C. При использовании серы кислотное число практически не меняется, но увеличивается температура размягчения на 6-7°C, однако, полученный продукт в разогретом состоянии обладает специфическим запахом серы. Для диспропорционирования живичной канифоли наиболее эффективным оказался палладиевый катализатор на угле в концентрации 4%, при использовании которого содержание абиетиновой кислоты снижается до 1,5%, а температура размягчения и кислотное число при этом изменяются незначительно.

УДК 674.0:678.6

Е. П. Шишаков, вед. науч. сотр.; М. О. Шевчук, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ СМОЛ**

При производстве карбамидоформальдегидных, фенолформальдегидных, карбамидоформальдегидфурановых и других клеящих смол в качестве «сшивающего» агента используется формальдегид. Традиционные технологические схемы получения клеящих смол предусматривают использование в качестве источника формальдегида – фомалина – водного раствора, содержащего 36-38% формальдегида. В последнее время при производстве карбамидоформальдегидных смол стали применяться карбамидоформальдегидные концентраты (КФК), представляющие собой продукт первичной конденсации карбамида и формальдегида [1]. Согласно нормативно-технической документации концентраты содержат 40-60% общего формальдегида и 20-30% карбамида.

По нашему мнению, использование КФК для производства смол является перспективным. Однако в литературе отсутствуют данные по использованию КФК для производства литейных смол, поэтому был проведен ряд экспериментов по их получению.

В трехгорлую колбу объемом 0,5 дм<sup>3</sup> заливали 100 г КФК, содержащего 60,2% общего формальдегида и 25,3% карбамида. Затем включали мешалку, обогрели колбу и подавали воду в обратный холодильник. После достижения заданной температуры в колбу в определенной последовательности подавали карбамид, дифенилолпропан и фурфуроловый спирт. Анализ готовой смолы проводился после ее слива в приемник и охлаждения до 25°C. Заводские испытания песчано-смоляных стержней из полученной смолы дали положительный результат.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что:

- смола с низкой вязкостью и минимальным содержанием токсичных веществ получается при рН равном 4,5-5,5;
- для увеличения срока хранения готовую смолу необходимо стабилизировать введением щелочного агента и доведения рН готовой смолы до 6,5-7,5;
- опытные образцы карбамидофурановых смол пригодны для изготовления качественного алюминиевого литья.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Махлай, В. Н. Введение в химию карбамиформальдегидного концентрата / В. Н. Махлай, С. В. Афанасьева. – Тольятти : Наука, 2000. – 114 с.

УДК 544.77:665.68

Г. Г. Эмелло, канд. техн. наук, доц.;  
Ж. В. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ И КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПАВ**

В косметической промышленности Республики Беларусь используются технические препараты ПАВ Genapol LRO, Texaron K12G, TWEEN 20, TWEEN 80 и Cremophor A25. В составе косметических средств они выполняют функции эмульгаторов, пенообразователей, стабилизаторов, солюбилизаторов и др. Проявление того или иного функционального действия ПАВ связано с поверхностно-активными и коллоидно-химическими свойствами их в водных растворах. Свойства индивидуальных ПАВ изучены и представлены в соответствующей справочной литературе, а технические препараты ПАВ исследованы недостаточно.

Целью работы явилось изучение свойств указанных выше препаратов и их водных растворов для обеспечения научно-основанного использования ПАВ при производстве косметической продукции.

Сталагмометрическим методом исследованы поверхностно-активные свойства и адсорбция на границе раздела «водный раствор препарата – воздух». Определена поверхностная активность препаратов и их поверхностное натяжение, рассчитаны основные количественные характеристики процесса адсорбции.

Различными методами (турбидиметрия, рефрактометрия, кондуктометрия, калориметрия) изучены коллоидно-химические свойства водных растворов технических препаратов ПАВ. По методу Девиса рассчитаны гидрофильно-липофильные балансы для каждого препарата ПАВ. Определены критические концентрации мицеллообразования, средние размеры мицелл в коллоидных растворах препаратов, количественно оценена теплота процесса мицеллообразования. Фотоколориметрическим методом исследован процесс солюбилизации красителя судан III в коллоидных растворах препаратов.

Проведенные исследования показали, что в эмульсионных системах (кремы, косметическое молочко и др.) предпочтительнее использовать препарат Cremophor A25. Препараты Genapol LRO, Texaron K12G, TWEEN 20, TWEEN 80 более перспективны в качестве пенообразователей, то есть при производстве гигиенических пеномоющих средств. Препараты TWEEN 20 и TWEEN 80 являются также хорошими солюбилизаторами, поэтому могут использоваться в косметических системах, содержащих нерастворимые в воде красители.

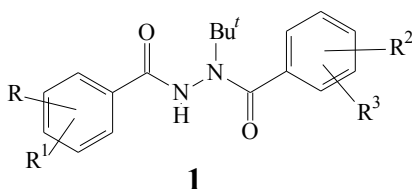


УДК 547.786.5+ 577.175.24

И. П. Антоневиц, канд. хим. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

# **СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-ИЗОКСАЗОЛИНИЛ-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НОВЫХ 1,2-ДИАЦИЛ-1- АЛКИЛГИДРАЗИНОВ**

Нарушение нормального течения линьки и метаморфоза насекомых под действием экдистероидов, либо соединений, имитирующих их биологическое действие, обычно приводит к гибели насекомых [1]. В конце 80-х годов было обнаружено, что подобной гормональной активностью обладают ацильные производные гидразина **1**, некоторые из них применяются как коммерческие инсектицидные препараты [1].

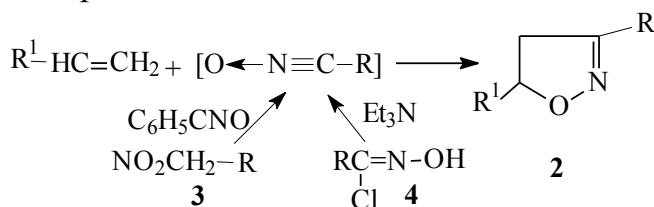
**1: RH 5849:** R = R¹ = H;**тебуфенозид RH 5992:**

R = H, R¹ = Et-4, R³ = Me-3, R⁴ = Me-5;

**метоксифенозид RH 2485:**

R = Me-2, R¹ = OMe-3, R³ = Me-3, R⁴ = Me-5

В данной работе осуществлен синтез некоторых производных 2-изоксазолинилкарбонновых кислот как предшественников новых 1,2-диацил-1-алкилгидразинов, перспективных в качестве высокоселективных инсектицидов. Так, в результате реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения стирола или гепт-1-ена к нитрилоксиду, генерируемому под действием фенилизоцианата из метил 6-нитрогексаноата **3**, получены с высокими выходами соответствующие 3,5-дизамещенные изоксазолины **2а** и **2б**. Взаимодействие акриловой кислоты с нитрилоксидом, генерируемым из гидроксимоилхлорида **4** под действием триэтиламина, привело к образованию изоксазолина **2в**. Реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения протекала с высокой региоселективностью.

**а** R = -(CH₂)₄COOCH₃,

R¹ = -C₆H₅;

**б** R = -(CH₂)₄COOCH₃,

R¹ = C₅H₁₁;

**в** R = -C₆H₅, R¹ = -COOH

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Ковганко, Н. В. Агонисты экдистероидов группы 1,2-диацил-1-алкилгидразинов/ Н. В. Ковганко, С. К. Ананич // Биоорганическая химия. – 2004. – Т. 30, № 6. – С.563-581.

УДК 547.514:786

И. П. Антонец, канд. хим. наук, доц.  
Я. М. Каток, канд. хим. наук, доц.; С. В. Нестерова, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

### СИНТЕЗ МЕТИЛ 6-ОКСО-6-(2-(5-ФЕНИЛИЗОКСАЗОЛИН-3-ИЛ)ЦИКЛОПЕНТИЛ)ГЕКСАНОАТА И МЕТИЛ 7-(2-(ЦИКЛОПЕНТ-4-ЕН[d]ИЗОКСАЗОЛИН-3-ИЛ)-5-ОКСОЦИКЛОПЕНТИЛ)-ГЕПТАНОАТА

Важнейшими представителями оксипинов – продуктов окисления жирных кислот – являются фитопростаны, ацетогенины, изопростаны, тромбоксаны, лейкотриены и др. Соединения этих классов проявляют биологическую активность широкого спектра, участвуя в регуляции разнообразных физиологических процессов [1].

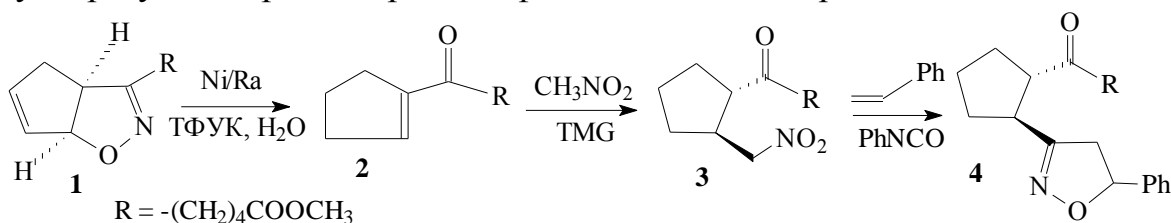


Схема 1

С целью синтеза ряда карбоциклических аналогов бутенолидных ацетогенинов и некоторых лигнанов была реализована схема получения

6-оксо-6-(2-(5-фенилизоксазолин-3-ил)циклопентил)гексаноата **4** (схема 1) и метил 7-(2-(циклопент-4-ен[d]изоксазолин-3-ил)-5-оксоциклопентил)-гептаноата **6** (схема 2) с использованием нитрилоксидного метода.

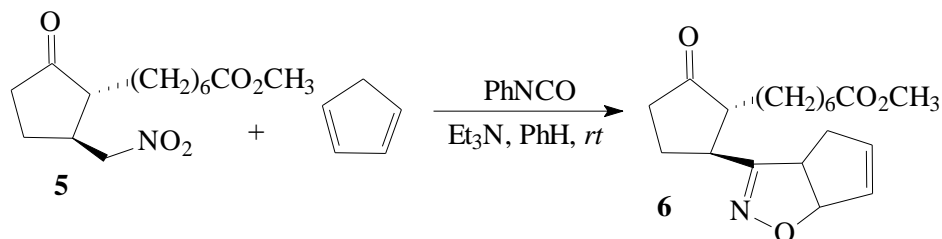


Схема 2

Полученные соединения **4**, **6** представляют значительный интерес для изучения их биологической активности.

### ЛИТЕРАТУРА

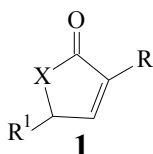
1 Племенков, В. В. Введение в химию природных соединений. / В. В. Племенков. – Казань, 2001. – 376 с.

УДК 547.514:786

И. П. Антоневиц, канд. хим. наук, доц.;  
Я. М. Каток, канд. хим. наук, доц.; С. В. Нестерова, ассист. (БГТУ, г. Минск)

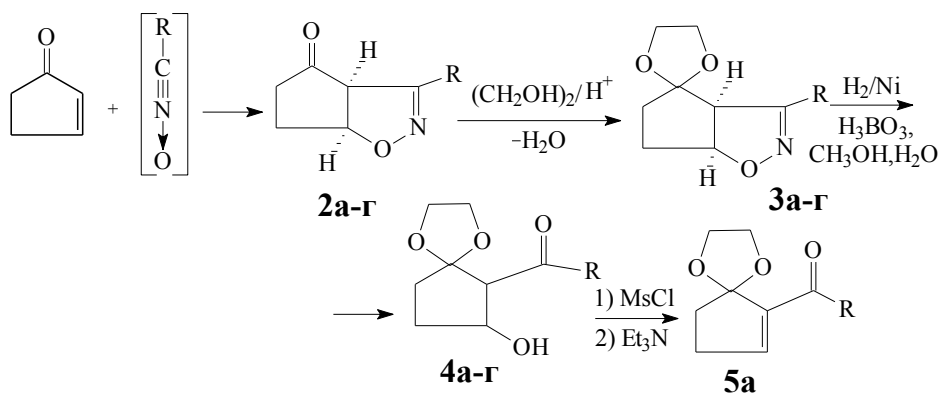
## СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ КАРБОЦИКЛИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ БУТЕНОЛИДНЫХ АЦЕТОГЕНИНОВ

Ацетогенины **1** являются метаболитами жирных кислот и обладают высокой биологической активностью, в том числе мощным противораковым действием [1]. По структуре ацетогенинам близки  $\Delta^2$ -бутенолиды, в частности соединения, синтезированные в ИБОХ НАН Беларуси [2].



**ацетогенины:** X=O; R¹= H, OH, CH₃;  
R= C₁₇ до C₃₇, с C-OH, C=O, ТГФ-группами и др.  
 **$\Delta^2$ -бутенолиды:** X=O; R¹= H, CH₃;  
R= C₈H₁₇; -(CH₂)₃-C₆H₄COOCH₃; -(CH₂)₆-COOCH₃;  
R¹= CH₃; R= -(CH₂)₃-C₆H₄COOCH₃

С целью синтеза ряда карбоциклических аналогов бутенолидных ацетогенинов **5** осуществлена схема, включающая получение 4-оксоциклопента[*d*]изоксазолинов **2**, введение кетальной защиты, каталитическое гидрирование цикlopentаноизоксазолинов **3**; превращение образующихся  $\beta$ -гидроксикетонов **4** в соответствующие мезилаты и элиминирование метансульфоновой кислоты с образованием енонов **5**.



R= моно- и дизамещенный арил, алкоксикарбонилалкил

Синтезированные карбоциклические аналоги  $\Delta^2$ -бутенолидных ацетогенинов представляют собой интермедиаты в синтезе простаноидов, лигнанов и других природных соединений.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Rupprecht, J.K. Annonaceous Acetogenins: a Review / J.K. Rupprecht, J.-H. Hui, J.L. McLaughlin // J. Nat. Prod. – 1990. – Vol. 53, № 2. – P. 237-278.

2 A new efficient synthesis of alkyl substituted  $\Delta^2$ -butenolides / F. S. Pashkovski [et al.] // Tetrahedron Lett. – 2001. – Vol. 42. – P. 3657-3658.

УДК 665.6

Ашраф-С-Шариф, асп., Е. И. Грушова, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)**ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ  
НА СВОЙСТВА ОСТАТОЧНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

С каждым годом становится все более актуальной задача наиболее полной реализации потенциальных возможностей нефтяного сырья в процессах его переработки. Поэтому особое внимание исследователей и практиков привлекают малозатратные способы регулирования активного состояния нефтяного сырья, базирующиеся например на применении добавок органических веществ различной химической природы.

Ранее было показано [1, 2], что добавки низкомолекулярных спиртов, нефтепродуктов ароматического основания, поверхностно-активных веществ в нефть в количестве не более 3-5 мас.% позволяют увеличить отбор светлых дистиллятов при атмосферной перегонки и погонов при вакуумной перегонке мазута. При этом перегонка в присутствии добавок органических веществ приводит к изменению фракционного состава выделяемых дистиллятов. В этой связи представляло интерес исследовать влияние добавок на свойства получаемых гудронов, как потенциального сырья для производства окисленных битумов. Для этого в данной работе исследовали согласно [3] групповой углеводородный состав фракций, полученных элюированием из гудрона с помощью адсорбента (силикагеля) и различных растворителей. Установлено, что активирование нефтяного сырья сопровождается изменением состава нефтяной дисперсной системы (гудрона), а именно: повышается содержание ароматических структур в составляющих гудрон маслах, смолах и асфальтенах. При этом на 3-7 мас.% может снижаться выход масел и, соответственно, содержание в них парафино-нафтенных углеводородов. Следовательно активация нефти перед перегонкой органическими соединениями способствует ароматизации и депарафинизации гудрона.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Влияние добавок полициклических аренов на прямую перегонку нефти / Ашраф-С-Шариф [и др.] // Труды БГТУ. № 4, Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2011. – С. 119-121

2 Активирование нефтяного сырья в процессах прямой перегонки / Адель-Х-Рашид [и др.] // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2009. – Вып. XVII. – С. 55-57

3 Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям / И. И. Дияров [и др.]. – Л. : Химия, 1990. – С. 214-216.

УДК 678.046:539.612

И. С. Баулин, магистрант, В. В. Яценко, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## ТЕРМОФОРМОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЛИСТОВ НА ОСНОВЕ АБС ПЛАСТИКА С ВЫСОКИМ ГЛЯНЦЕМ ПОВЕРХНОСТИ

Экономически обоснованным является использование соэкструдированного АБС пластика с полиметилметакрилатом (ПММА). АБС пластик обладает необходимой ударной прочностью, а наружный слой ПММА предотвращает старение под действием ультрафиолетового излучения и придает поверхности «зеркальный» блеск. На рисунке 1 отображена практически полученная временная зависимость изменения температуры поверхности и ядра композитного листа в течение процесса нагревания.

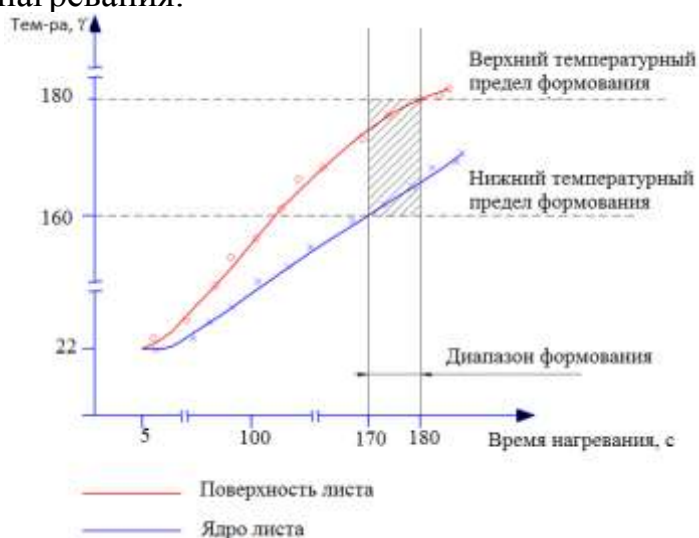


Рисунок 1 – Зависимость изменения температуры поверхности и ядра композитного листа в течение процесса нагревания

Из приведенных зависимостей можно сделать вывод, что оптимальный интервал переработки находится, когда температура ядра листа выше нижнего температурного предела формования, а температура поверхности сохраняется ниже верхнего температурного предела формования соэкструдированного АБС/ПММА пластика.

На рисунке 1 отражены температурно-временные зависимости переработки композитного листового АБС/ПММА пластика, обеспечивающие сохранение высокого глянца поверхности готового изделия применяемого в экстерьерах тракторной и дорожно-строительной технике.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шварцманн, П. Термоформование. Практическое руководство / П. Шварцманн; под ред. А. Иллига. – СПб: Профессия, 2007. – 288 с.

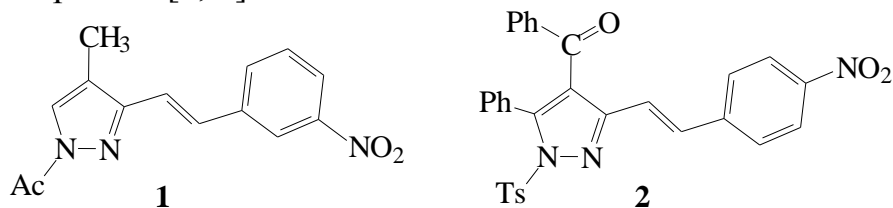
УДК 541.64:678.01

И. С. Баулин, магистрант; В. В. Яценко, канд. хим. наук, доц.;  
С. Г. Михалёнок, канд. хим. наук, доц.; Т.А. Ковальчук, ст. преп., к. х. н.;  
Н. М. Кузьменок, канд. хим. наук, доц.; С. В. Нестерова, ассист.,  
Т. А. Бутько, канд. хим. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

## ПРОИЗВОДНЫЕ ПИРАЗОЛА В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗАТОРОВ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА

Тепловое воздействие на полимеры способствует их ускоренному разложению, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на физико-механических свойствах материалов и значительно снижает сроки эксплуатации изделий из них. Процессы старения полимеров можно замедлить введением стабилизаторов, что заметно повышает стойкость материалов к внешним воздействиям, расширяет области применения полимерных изделий и увеличивает сроки их эксплуатации.

Данная работа посвящена исследованию возможности применения в качестве стабилизаторов термоокислительной деструкции полиэтилена высокого давления (ПЭВД) впервые синтезированных производных пиразола [1, 2].



Установлено, что введение в ПЭВД соединений **1** или **2** в количестве 0,05 – 0,1 мас. % увеличивает такие физико-механические показатели образцов, как прочность при разрыве и относительное удлинение в 1,3 – 1,5 раза по сравнению с образцами, стабилизированными применяемым в настоящее время в промышленности термостабилизатором Тиоалкофен МПБ. Полученные данные позволяют рекомендовать синтезированные пиразолы в качестве стабилизаторов изделий из ПЭВД, подвергающихся тепловому воздействию.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Ковальчук, Т. А. Синтез NH-пиразолов и исследование их способности к солеобразованию / Т. А. Ковальчук, Н. М. Кузьменок // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2005. – Вып. XIII. – С. 62-64.

2 Ковальчук, Т. А. Рециклизация 3-(2-арилвинил)-5-гидрокси-1-тозил-5-фенил-4,5-дигидропиразолов в реакции с уксусным ангидридом / Т. А. Ковальчук, Н. М. Кузьменок, А. М. Звонок // Весці АН Беларусі. – 2006. – № 2. – С. 54-57.

УДК 535.372:532.783

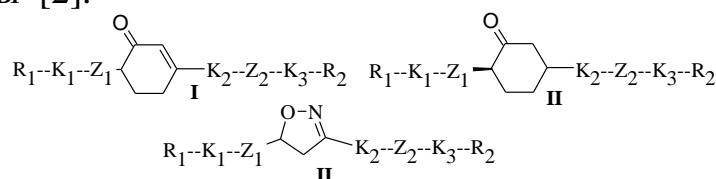
В. С. Безбородов, д-р хим. наук (БГТУ, г. Минск),

В. И. Лапаник, зав. лабораторией (НИИ ПФП БГУ, г. Минск)

## ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ С ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

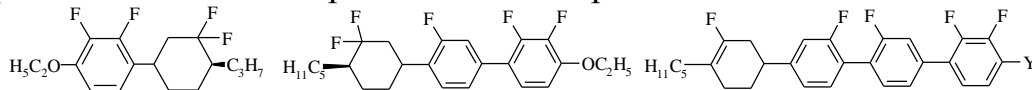
Жидкокристаллические (ЖК) соединения с отрицательной диэлектрической анизотропией широко используются в производстве электрооптических устройств отображения информации [1].

Проведенные нами исследования показали, что для синтеза новых ЖК соединений с отрицательной диэлектрической анизотропией несомненно перспективны 3,6-дизамещенные циклогекс-2-еноны **I**, *транс*-2,5-дизамещенные циклогексаноны **II**, 3,5-дизамещенные 2-изоксазолины [2].



$R_{1,2}$  - алкильный или алкоксильный фрагменты,  $K_{1,2,3}$  - бензольное, циклогексановое кольца;  $Z_{1,2}$  - связь или  $\text{CH}_2\text{CH}_2$  мостиковый фрагмент.

Целенаправленный синтез и модификация циклических фрагментов данных интермедиатов различными реагентами приводят к образованию с высоким выходом разнообразных ЖК соединений с отрицательной диэлектрической анизотропией.



Полученные соединения обладают широким температурным интервалом существования, малой вязкостью нематической фазы; характеризуются большим значением отрицательной диэлектрической анизотропии ( $\Delta\epsilon = -8$ ); позволяют получать ЖК композиции с низкими пороговым напряжением и напряжением насыщения, малыми временами включения и выключения (частота смены кадров), другими параметрами оптимальными для создания мониторов персональных компьютеров, экранов телевизоров с высокими эксплуатационными качествами.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Geelhaar, T. Liquid crystals for display applications / T. Geelhaar // Liq. Cryst. – 1998. – Vol 24. – P. 91-98.

2 Bezborodov, V. S. Present and future of the liquid crystals chemistry / V. S. Bezborodov, R. Dabrowski// Mol.Cryst. Liq.Cryst. – 1997. – Vol. 299. – P. 1-8.

УДК 678.4.04

К. В. Вишнеvский, асп.; Ж. С. Шашок, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

# **ВЫСОКОДИСПЕРСНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ДОБАВОКИ В РЕЦЕПТУРАХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КАУЧУКОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В настоящее время в целях создания высокоэффективных композиционных материалов интенсивно разрабатывается направление по получению, изучению свойств и применению разнообразных высокодисперсных материалов [1-3].

Целью данной работы являлось определение влияния углеродных наноматериалов (УНМ) на технические свойства наполненных резин на основе каучуков общего назначения.

Исследовались наполненные резины, рецептуры которых построены на основе комбинаций как синтетических каучуков, так и натурального с бутадиеновым каучуком. Углеродные наноматериалы вводились в рецептуры резиновых смесей в дозировках от 0,05 до 0,2 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука.

Установлено, что применение высокодисперсной углеродной добавки в качестве модификатора производственных резин позволяет повысить, в зависимости от природы полимера, ряд важных физико-механических показателей. Поэтому, применение УНМ в этих случаях целесообразно для решения конкретных задач. Так, резины на основе комбинаций НК+СКД, а также СКИ-3+СКД, содержащие наноматериалы, характеризуются повышенной износостойкостью. Эластомерные композиции на основе комбинации синтетических каучуков (СКИ-3+СКМС-30 АРКМ-15+СКД), предназначенные для деталей боковин покрышек, обладают в 1,3 раза большей усталостной выносливостью, по сравнению с образцами без нанодобавки.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Гончаров, В. М. О возможности применения нанодисперсных наполнителей различной природы в эластомерных композициях / В. М. Гончаров, Д. В. Ершов // Каучук и резина. – 2007. – №1. – С.16-19.

2 Петров, Е. А. Модификация свойств резин ультрадисперсным алмазосодержащим материалом: в 2-х т. / Е. А. Петров, В. М. Зеленков // V Всесоюзное совещание по детонации: сб. докладов, г. Красноярск, 5-12.08.1991. – Черногoловка: Имтех, 1991. – Т.2. – С.219-224.

3 Лямкин, А. И. Получение, свойства и применение детонационного нанoуглерода в эластомерных композициях / А. И. Лямкин [и др.] // Каучук и резина. – 2005. – № 5. – С.16-19.



УДК 667.635.5

М. В. Журавлева, асп.; Э. Т. Крутько, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, Минск)

## **СИНТЕЗ АЛКИДНОГО ОЛИГОМЕРА НА ОСНОВЕ АНГИДРИДА БИЦИКЛО [2,2,2]-ОКТ-5-ЕН-2,3-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ**

В данной работе были проведены исследования по синтезу модифицированной маслами алкидной смолы с использованием в качестве кислотного реагента в процессе поликонденсации ангидрида бицикло [2,2,2]-окт-5-ен-2,3-дикарбоновой кислоты (АБОК), получению лаковых покрытий, и изучению их эксплуатационных характеристик.

Получение АБОК осуществляли конденсацией циклогексана-1,3 с малеиновым ангидридом. Синтез алкидной смолы проводили глицеридным методом в 2 стадии [1]. В качестве спиртовых компонентов использовали глицерин и пентаэритрит, а в качестве модифицирующих масел – льняное и подсолнечное. Лаковые покрытия наносили аппликатором из растворов. Отверждение проводили в термошкафу. После отверждения толщина покрытий составляла 20–30 мкм.

Как видно из экспериментальных данных, твердость лаковых покрытий в зависимости от типа спиртового компонента, степени жирности алкидной смолы на основе АБОК составляла 0,21–0,30, что во всех случаях превышает значение данной характеристики для алкидной смолы на основе фталевого ангидрида, глицерина и льняного масла со степенью жирности 30%. Адгезия для всех образцов алкидных смол на основе АБОК выше. Влагостойкость алкидной смолы на основе АБОК составляет 200 ч при 20°C и до 10 ч при 60°C, в то время как этот показатель для глифталевой смолы соответственно равен 150 и 3 ч соответственно. Прочность при изгибе – 1 мм, прочность при ударе не менее 80 см.

Таким образом, химическая модификация алкидной смолы заменой фталевого ангидрида на ангидрид бицикло [2,2,2]-окт-5-ен-2,3-дикарбоновой кислоты позволяет увеличить твердость, прочность, адгезию покрытий, формируемых на стальных субстратах. Для обеспечения заданных свойств формируемых покрытий необходимо строго соблюдать технологические параметры процесса глицеридного синтеза алкидного олигомера на основе АБОК.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Прокопчук, Н. Р. Химия и технология пленкообразующих веществ / Н. Р. Прокопчук, Э. Т. Крутько. – Мн. : БГТУ. 2005. – 396 с.

УДК 667.633.2

М. В. Журавлева, асп.; Э. Т. Крутько, д-р техн. наук, проф.;  
М. Ю. Левицкая, студ.; Т. А. Жарская канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, Минск)

## **ОТВЕРЖДЕНИЕ ЭПОКСИДИАНОВЫХ СМОЛ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ОТВЕРДИТЕЛЕМ АМИННОГО ТИПА**

Эпоксидные лакокрасочные системы выпускаются в виде двухупаковочных систем. Отвердители при формировании покрытия переводят олигомер в пространственный полимер и придают ему ряд ценных свойств [1].

Целью данной работы являлось проведение исследований по изменению свойств покрытий на основе эпоксидиановой смолы, отвержденных модифицированным отвердителем, оценить влияние температурно-временных условий на процесс отверждения покрытий.

В качестве объекта исследования использовалась промышленно-производимая эпоксидиановая смола Э-41р. Смола представляет собой раствор смолы Э-41 с массовой долей в смеси ксилола с ацетоном. В качестве отвердителя эпоксидной композиции использовали отвердитель № 4. Это раствор полиамидной смолы в ксилоле. Модификатором отвердителя служил олигомерный полиамин ароматической структуры с системой сопряженных связей – олигоаминофенилен. Синтез модификатора осуществляли путем конденсации п-фенилендиамина в токе азота в присутствии каталитических количеств п-толуолсульфокислоты в расплаве.

Анализ экспериментальных данных показал, что наилучшего качества покрытия можно достичь при прогреве образцов при 100°C в течение 160-180 мин и с содержанием 0,5 мас. % модификатора в отвердителе. Вдвое возрастает прочность покрытия при ударе, повышается твердость, улучшается адгезия. Водостойкость увеличивается в 2,2 раза, водопоглощение снижается с 0,6 до 0,35%.

Таким образом, проводя отверждение эпоксидиановой смолы отвердителем № 4 – (полиамидная смола в растворе), модифицированным олигоаминофениленом, можно не только ускорить процесс отверждения покрытий на основе этих олигомеров, но и значительно улучшить защитные и адгезионные свойства покрытий на металлических поверхностях.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Еселев, А. Д. Эпоксидные смолы и отвердители для производства лакокрасочных материалов /А. Д. Еселев. // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2005. – № 10. – С. 17-25.

УДК 678.028.275

А. С. Казакова, канд. техн. наук, ассист.;

О. В. Карманова, канд. техн. наук, доц.;

Ю. Ф. Шутилин, д-р техн. наук, проф.

(ВГУИТ, г. Воронеж),

А.В. Касперович, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ ПОЛИДИЕНОВ**

Изменения свойств товарных полидиенов представляют практический интерес с точки зрения оценки их старения при температурах хранения, эксплуатации (20°C) и переработки (до 100°C).

В качестве объектов исследования использовали образцы товарного (промышленного) и очищенного (пересажженного) каучука СКИ-3. Из толуольных 1% растворов каучука получали пленки толщиной 20 мкм на предметных натрийсиликатных стеклах.

Образцы прогревали в термостате в течение 0,1-45 ч при 100°C и на воздухе при 20°C 1-40 суток с периодическим отбором проб (стекло с пленками) для определения характеристической вязкости на капиллярном вискозиметре ВПЖ-2.

При анализе и обсуждении экспериментальных данных в качестве опорных точек были приняты: изменение характеристической вязкости в результате первого спада характеристической вязкости  $\Delta[\eta]_1$ , изменение характеристической вязкости в результате второго спада данного показателя  $\Delta[\eta]_2$ , общее снижение характеристической вязкости  $\Delta[\eta]_{\text{общ}}$ .

Изучение старения товарных полидиенов при 20 °C и 100 °C позволило определить основные направления окисления пленок полидиенов.

Получение объективной информации возможно только при сравнении химических процессов и их последствий в образцах с четко установленными параметрами структуры и состава.

Установлено, что имеющиеся в товарных каучуках противостарители снижают объективность оценки эффектов старения, что связано с их неконтролируемым влиянием на химические реакции стабилизаторов технических каучуков.

УДК 678.029.46

О. В. Карманова, канд. техн. наук, доц.;

Ю. Ф. Шутилин, д-р техн. наук, проф. (ВГУИТ, г. Воронеж);

Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф.

(БГТУ, г. Минск)

## О ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННОМ ОПИСАНИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ПОЛИМЕРАХ

Разделение химических реакций в полимерах на полимераналогичные, деструкции и структурирования предполагает уделить основное внимание изучению кинетики процессов сшивания и распада эластомеров. Изменения структуры и свойств каучуков при старении описаны достаточно полно, однако для обоснования некоторых аспектов химических реакций полидиенов в ходе вулканизации и окисления требуется проведение дополнительных исследований.

На примере низкомолекулярных полибутадиенов изучено изменение молекулярно-структурных характеристик каучуков в ходе структурирования. Исследованы промышленные и специально синтезированные полибутадиены с молекулярной массой от 700 до 38000 ед.. Композиции каучуков с вулканизирующей группой прогревали, определяя твердость по Шору А. Начало сшивания фиксировали по времени индукционного периода - начала подъема твердости, изменение которой в ходе эксперимента характеризовало кинетику вулканизации жидких полидиенов.

Из графической зависимости  $\tau_{\text{и}} = f(MM)$  получено экстраполяционное значение  $M_{\text{кр}} \approx 2$  тыс., которая определяет длину макромолекулы полибутадиена, при превышении которой начинается более эффективное сшивание жидкого каучука. Из предположения сшивания олигобутадиенов через их первичный, термофлуктуационный распад, можно считать, что в данном случае  $M_{\text{кр}}$  соответствует статистически вероятному участку цепи, который гарантированно обеспечивает первоначальный ее разрыв с последующей активацией присоединения серы к макромолекулам.

Рассмотренный механизм сшивания олигобутадиенов подтверждается уменьшением (за счет деструкции) и далее увеличением (вследствие протекания межмолекулярных реакций)  $MM$  высокомолекулярных полидиенов в ходе вулканизации. Отметим, что в ИК спектрах олигодиенов при взаимодействии их с серой не наблюдали полос поглощения, соответствующих появлению СО и ОН групп.

УДК 678.6

Е. И. Кордикова, канд. техн. наук, доц.;  
А. В. Спиглазов, канд. техн. наук, доц.;  
И. Н. Дубовик, студ. (БГТУ, г. Минск)

### **СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ И ТЕРМОРЕАКТИВНОГО СВЯЗУЮЩЕГО**

На предприятиях, изготавливающих изделия из стеклопластиков, образующийся брак может составлять до 20% от объемов производства, стоимость вывоза на полигон высока, что заставляет искать новые пути переработки отходов. Наиболее интересной, с нашей точки зрения, является технология изготовления премиксов для последующей переработки его в изделия методом прямого прессования [1]. При этом необходимо учесть, что промежуточная стадия совмещения компонентов подразумевает интенсивное механическое воздействие на частицы наполнителя в смесителе, и, следовательно, приводит к существенному изменению длины волокнистой фракции и снижению физико-механических характеристик материала.

Стеклопластиковые отходы подвергают дроблению и измельчению с последующей или одновременной классификацией. Исследование структуры полученных стекловолоконистых отходов (СВО) дает возможность говорить о полидисперсном материале с достаточно большой долей мелкодисперсной фракции. В качестве связующего предложено применять систему на основе полиэфирной смолы марки NORPOL M888 и отвердителя «Бутанокс».

Материал в изделиях характеризуется высокой степенью однородности, минимальной пористостью. Поверхность изделия гладкая со всех сторон, высокая точность размеров. По основным механическим характеристикам полученный материал не уступает известным премиксам типа ВМС, ДМС на основе первичных рубленых стеклянных волокон [2].

Результаты могут быть использованы при разработке конструкции изделий, определении области и условий эффективного применения указанных материалов и выборе технологии их переработки.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Калиновская, В. Г. Основные направления использования отходов стеклопластиков / В. Г. Калиновская. – М. : Химия, 1982. – 130 с.
- 2 Schiebisch, J. Zum Recycling von Faserverbundkunststoffen mit Duroplastmatrix: technisch-wissenschaftlicher Bericht / Schiebisch, J. – Universitaet Erlangen-Nuernberg, Nuernberg, 2000. – 139 s.

УДК 622.765

С. Е. Коробейников, магистрант; Е. И. Грушова, д-р техн. наук, проф.;

В. Н. Фарафонов, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

Л. В. Бахмутская, науч. сотр. (ОАО «Белгорхимпром», г. Солигорск)

### **АКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ПРИ ФЛОТАЦИИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ В ПРИСУТСТВИИ $MgCl_2$**

В связи с вовлечением в переработку новых участков месторождений калийной руды с повышенным содержанием нерастворимого остатка приходится совершенствовать технологию извлечения  $KCl$  из руды, в ряде случаев усложнять схему обогащения, а это, как правило, приводит к увеличению себестоимости продукции. Кроме того, велика вероятность присутствия в руде примеси карналлита ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ ), накопление которого в оборотном маточнике флотационных фабрик отрицательно влияет на показатели флотации. Несмотря на то, что над разработкой методов устранения отрицательного влияния  $MgCl_2$  на флотацию  $KCl$  работы ведутся относительно давно [1-3], в промышленной технологии они пока не реализованы.

В данной работе ставилась задача исследовать депрессирующее действие органических соединений, обладающих хелатными свойствами по отношению к ионам магния, в условиях реальной флотации  $KCl$  из калийной руды. Установлено, что при расходе реагентов-депрессоров  $MgCl_2$  250÷1000 г/т руды извлечение в черновой концентрат несколько возрастает, а селективность флотационного разделения снижается. По-видимому, из-за большого расхода вводимые органические реагенты в условиях технологического процесса, где задействован ряд органических соединений различной химической природы (амины, углеводороды, гликоли и т. д.), взаимодействуют не только с  $MgCl_2$ , но и с указанными компонентами. В результате снижается флотационная активность базовых промышленных реагентов и, соответственно, показатели флотации.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Физикохимия селективной флотации калийных солей / Х. М. Александрович [и др.]. – Мн. : Наука и техника, 1983. – 272 с.
- 2 Обогащение калийных руд / С. Н. Титков [и др.]. – М. : Недра, 1982. – 216 с.
- 3 Актуальные вопросы добычи и переработки природных солей / Сб. науч. тр. – Вып. 101, т. 2. – СПб. : ВНИИ галургии, 2001. – С. 11-24.

УДК 678.745.2

М. А. Костюченко, асп.; М. М. Ревяко, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ АНТИПИРЕНОВ «ФОСФОР+ТРИАЗИН» НА ГОРЮЧЕСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРУЗИОННЫХ ПОЛИАМИДОВ**

Создание полимерных негалогенсодержащих композиций на основе полиамида-6, обладающих трудновоспламеняемыми свойствами, является одним из актуальных направлений в области полимерной индустрии. Горение полимеров представляет собой сложную совокупность многостадийных физико-химических превращений, происходящих в конденсированной и газообразной фазах, а также на поверхности их раздела. Общая схема горения [1] представляет собой два связанных химических процесса – термическое разложение полимеров и горение продуктов деструкции.

В работе исследовалось влияние комбинированной системы антипиренов «триазин+красный фосфор» на горючесть, физико-механические и эксплуатационные свойства полимерных композиций на основе полиамида-6, модифицированного сополимером этилен-1-октена. Оптимальная по составу и свойствам полиамидная композиция предлагалась для использования в производстве гофрированных трубок электрожгутов.

В ходе работы установлено, что введение низкотекучего аморфного сополимера этилен-1-октена значительно снижает показатель текучести расплава готовой композиции. При содержании сополимера в количестве 20% мас. возможно получить композицию, которая подходит для переработки экструзией в гофротрубки.

Содержание 22%мас. антипирирующей системы «триазин+красный фосфор» в композиции обеспечивает категорию стойкости к горению «ПВ-0» по ГОСТ 28157-89, однако в этом случае материал становится хрупким, что наиболее заметно при испытании в условиях отрицательных температур ( $-40^{\circ}\text{C}$ ). Избежать этого недостатка возможно путем увеличения содержания в полиамидной композиции функционализированного сополимера этилен-1-октена, характеризующегося улучшенной совместимостью с полиамидом-6 за счет наличия полярных ангидридных групп в боковых цепях сополимера.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Hull, T.R. Fire Retardancy of Polymers: New Strategies and Mechanisms / Edited by T.R. Hull and B. K. Kandola.– Published by the Royal Society of Chemistry, 2009.

УДК 667.633.2

Э. Т. Крутько, д-р техн. наук, проф. (БГТУ, г. Минск);

Ф. В. Морев, асп. (Белкоммунмаш, г. Минск)

## **МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЭПОКСИДИАНОВЫХ СМОЛ ПОЛИИЗОЦИАНАТАМИ**

Наиболее эффективным способом модификации эпоксидиановых смол является введение в структуру полимера различных функциональных добавок в этом случае реализуется возможность целенаправленного улучшения физико-механических характеристик эпоксидных полимеров, увеличения их стойкости к химическим реагентам и атмосферным воздействиям.

В качестве объекта исследования использовали промышленно-производимую эпоксидную смолу марки ЭД-20, в качестве модификатора использовали полиизоцианат марки Helios 2K100. Были получены лаковые композиции с различным содержанием модификатора. Отверждение проводили по двум температурным режимам: I - 20<sup>0</sup>С, 168 ч, II - 100<sup>0</sup>С, 2 ч.

Анализ результатов испытаний полученных покрытий позволил определить оптимальное содержание модификатора в композиции, при этом физико-механические свойства покрытий, сформированных при разных температурных режимах отверждения существенно различаются, однако повышение температуры отверждения не меняет общего характера проявления модифицирующего эффекта, а определяет только его величину. Увеличение содержания полиизоцианата способствует увеличению ударной прочности покрытий, такой эффект, вероятно, связан с увеличением уровня молекулярной подвижности за счет введения длинных и гибких молекул модификатора. Дополнительный пластифицирующий эффект вносят образующиеся гибкие уретановые звенья полимерной сетки.

На основании проведенного исследования синтезированы новые пленкообразующие композиты, с улучшенными адгезионными свойствами, повышенной твердостью, ударопрочностью, водостойкостью. Установлено, что полиизоцианатный модифицирующий компонент катализирует процесс отверждения эпоксидиановых покрытий на основе смолы марки ЭД-20, и повышает их физико-механические характеристики, коррозионную стойкость к агрессивным воздействиям внешней среды.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Жарин, Д. Е. Влияние полиизоцианата на физико-механические свойства эпоксидных композитов / Д. Е. Жарин.// Пластические массы. – 2002. – № 7. – С. 38-41.



УДК 547.233.3+547.233.4

Н. М. Кузьменок, канд. хим. наук, доц.;

Т. А. Ковальчук, канд. хим. наук, ст. преп.;

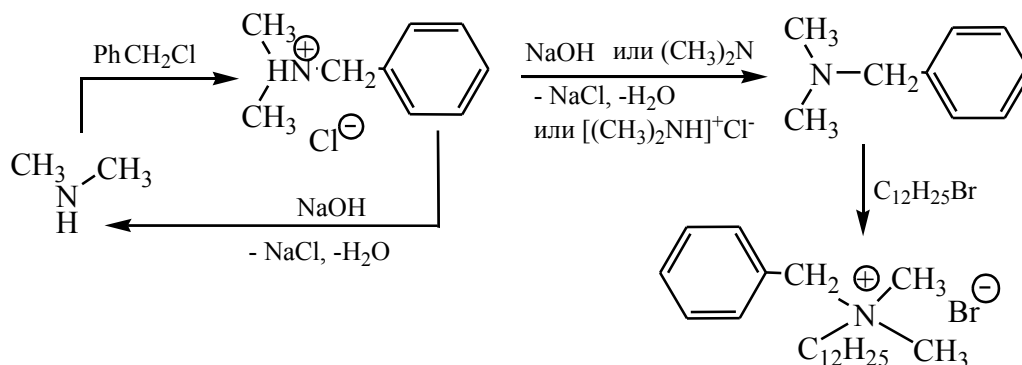
С. Г. Михалёнок, канд. хим. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

## СИНТЕЗ ДИАЛКИЛБЕНЗИЛАММОНИЙ ГАЛОГЕНИДОВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ АНТИСЕПТИКОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

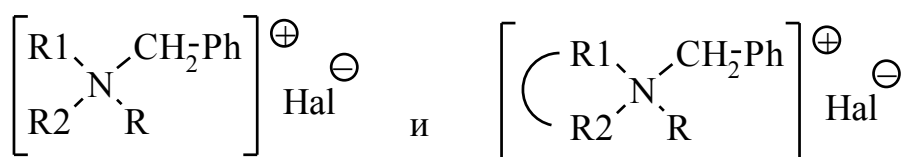
Антимикробная активность длинноцепочечных четвертичных аммониевых солей (ЧАС) обуславливает их применение в промышленности, сельском хозяйстве и сфере медицинского обслуживания. Для Республики Беларусь актуальным является как разработка новых составов антисептиков, так и адаптация методик синтеза известных антимикробных препаратов для существующих промышленных возможностей.

Для синтеза ЧАС, обладающей альгицидной активностью, была разработана удобная методика, использующая реакцию последовательного алкилирования диметиламина бензилхлоридом и додецилбромидом, с выходом 88%. В результате осуществлена наработка бромида

*N*-додецил-*N,N*-диметил-*N*-бензиламмония, который проявляет высокую биологическую активность.



Целью дальнейшей работы является синтез диалкилбензиламмоний галогенидов, содержащих по крайней мере один длинноцепочечный фрагмент (С больше 10) и низшие диалкильные фрагменты с функциональными группами или без них, или гетерильный остаток, что позволит расширить ассортимент ЧАС, обладающих полезными свойствами, и разработка препаративных способов получения последних из доступного сырья.



УДК 678.02

Е. С. Лосик, магистрант; О. М. Касперович, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Древесно-полимерные композиты (ДПК) – это материалы на основе древесных отходов и полимерного связующего. В отличие от традиционных технологий производства древесных пластиков, где в качестве полимерного связующего использовались олигомерные термореактивные продукты, в ДПК применяют термопластичные материалы. За счет этого изделия из ДПК имеют ряд преимуществ, таких как высокая технологичность, экологичность и другие.

По внешнему виду ДПК схожи с деревом, но не подвергаются гниению и плесени, не впитывают влагу, не имеют дефектов поверхности [1].

Целью наших исследований являлось получение ДПК из термопласта и древесной муки и разработка технологии получения ДПК.

В качестве метода переработки нами был выбран метод литья под давлением. Низковязкие полимерные материалы позволяют несколько нивелировать повышение вязкости, обусловленное введением древесного наполнителя, и добиться повышения смачиваемости древесной муки, что приведет, на наш взгляд, к повышению физико-механических характеристик получаемых образцов.

В качестве древесного наполнителя использовали древесную муку сосны с удельной поверхностью частиц  $2,0 \text{ м}^2/\text{г}$ . Массовое содержание вводимого наполнителя составляло от 10 до 60 мас.%. В качестве связующего использовались ПЭ и ПП, которые имеют высокие значения ПТР (до 15 г/10мин).

Проводились испытания на ударную вязкость и прочность при статическом изгибе.

Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что наиболее оптимальным содержанием наполнителя является концентрация 40 мас. %, поскольку при наполнении полимера больше 40 мас. % значительно увеличивается вязкость композиции, что затрудняет ее переработку при незначительном снижении ударной вязкости и прочности при статическом изгибе.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Клесов, А. А. Древесно-полимерные композиты / А. А. Клесов. –С-Пб. : НОТ, 2010.

УДК 678.742.3.047 (043)

А. Г. Любимов, асп.; А. Ф. Мануленко, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПИГМЕНТОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Целью данной работы было изучить влияние наиболее распространенных промышленных суперконцентратов неорганических пигментов различных цветов на физико-механические характеристики полипропилена. Найти оптимальные концентрации введения суперконцентрата пигмента. В таблице 1 представлены торговые названия суперконцентратов неорганических пигментов, цвета которые они дают, а так же элементный состав по которому можно предположить какие пигменты применялись в суперконцентратах.

Таблица 1 – элементный состав суперконцентратов пигментов

Торговое название	Цвет	Элементный состав, %
GP Golden Yellow	Желтый	C (90,12), O (5,66), Mg (0,08), Si (0,1), Pb (1,92), Ca (1,24) Cr(0,90)
Signal Red	Красный	C (97,07), O (28,2), Pb (0,08), Cr (0,03)
Dark Raymond Blue	Синий	C (96,49), O (3,35), Na (0,05), Si (0,08), S (0,03)
Utility Iffco Green	Зеленый	C (96,14), Ca (0,05), O (3,49), Na (0,02), Pb (0,27), Cl (0,03)

Суперконцентраты пигментов вводились в полипропилен в диапазоне от 0,5 до 2 % мас. Результаты испытаний на одноосное растяжение выявили изменения в физико-механических характеристиках полипропилена. Для объяснения данного эффекта были сделаны микрофотографии. На микрофотографиях видно равномерное распределение пигмента в объеме материала однако, в разные пигменты имеют разную морфологию и размер частичек. По результатам РФА анализа заметно изменение в надмолекулярной структуре полипропилена. Именно изменение кристалличности является причиной изменения физико-механических характеристик материала [1].

### ЛИТЕРАТУРА

1 Бастиан, М. Окрашивание пластмасс / М. Бастиан; пер. с нем.; под ред. В. Б. Узденского. – СПб.: Профессия, 2011. – 500 с.

УДК 678.742.3

А. Ф. Мануленко, канд. техн. наук, доц; А. Г. Любимов, асп.;  
Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, Г.Минск)

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМОПЛАСТОВ В ПРОЦЕССЕ МНОГОКРАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВВЕДЕНИЕМ МОДИФИКАТОРОВ И ПРОЦЕССИНГОВЫХ ДОБАВОК**

В настоящее время полимерные материалы применяются во всех сферах деятельности человека и зачастую способны заменить традиционные металл, дерево, керамику, бумагу и др.

В процессе переработки изделия полимерные материалы претерпевают изменения, негативно влияющие на их свойства. Это происходит из-за уменьшения молекулярной массы полимерной матрицы, в основном, в результате термоокислительной деструкции, которая активно проявляется уже при 120 °С.

Уже 2-х или 3-х кратная переработка полиолефинов в литьевой машине или экструдере значительно снижает их физико-механические свойства и не позволяет без дополнительных мероприятий использовать вторичные полиолефины для изготовления качественной продукции.

Многократная переработка пластифицированных ПВХ композиций мало влияет на их свойства. Изменение эксплуатационных характеристик пластифицированных материалов обычно происходит в результате миграции низкомолекулярных компонентов, в частности пластификаторов.

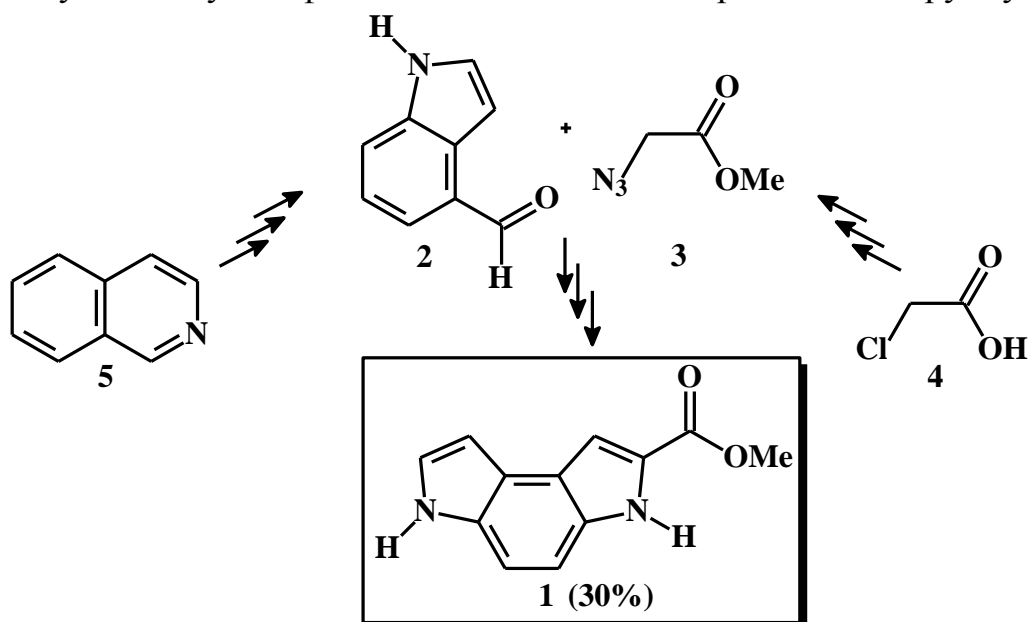
При переработке гигроскопичных полимеров (полиамида, полиэтилентерефталата и др.) ухудшение свойств материала происходит из-за гидролитической деструкции полимерной матрицы, которая сводится к минимуму, если перед переработкой полимер предварительно высушить до минимально требуемого содержания влаги.

Проведенными исследованиями установлено, что сохранение свойств полимерных материалов при многократной переработке достигается введением в их состав в процессе переработки небольших количеств термоэластопластов (ДСТ-30, ДСТ-45), комплексного модификатора (РА-10), термостабилизаторов и антиоксидантов (АО-11, АО-15). Снижение энергопотребления на стадии сушки гигроскопичных полимеров (полиамид) и повышение прочностных свойств вторичных полимеров достигается введением в их состав в процессе переработки поглотителя влаги: осушитель «Cromex».

УДК 547.836.3

С. Г. Михалёнок, канд. хим. наук, доц.; Н. Б. Асадчий, студ.  
(БГТУ, г. Минск)**СИНТЕЗ МЕТИЛ-ПИРРОЛО[3,2-Е]ИНДОЛ-2-КАРБОКСИЛАТА**

Цель работы – получение предшественников для синтеза биологически активных соединений, способных связываться с малой бороздкой ДНК. Одним из таких синтонов является метил-пирроло[3,2-е]индол-2-карбоксилат **1**. На основе анализа нескольких возможных вариантов синтеза данного соединения апробирован способ из наиболее доступных и дешевых исходных веществ и реагентов. Основной стадией является конденсация индол-4-карбальдегида **2** с метилазидоацетатом **3** и последующий термолиз продукта этой реакции. Метилдиазоацетат **3** в свою очередь получен из хлоруксусной кислоты **4** путем этерификации метанолом в кислой среде с образованием эфира и последующим нуклеофильным замещением хлора на азидо-группу.



Индол-4-карбальдегид **2** также получен на основе доступного изохинолина **5** путем проведения реакций нитрования до 5-нитроизохинолина, восстановления до 5-аминоизохинолина и алкилирования до изохинолиновой соли, которую затем путем рециклизации переведен в альдегид **2** с суммарным выходом до 45%.

В результате осуществления данной схемы превращений суммарный выход метил-пирроло[3,2-е]индол-2-карбоксилата **1** составил около 30% исходя из хлоруксусной кислоты **4** и изохинолина **5**.

УДК 678.01:539.37

В. В. Мозгалёв, канд. техн. наук, ст. преп.;  
Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, д-р хим. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

К. А. Климов, асп.,  
С. В. Медведев, д-р техн. наук, зам. ген. директора  
(ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ШИН**

Создание современных шин является высокотехнологичным производством. Решение поставленных перед конструкторами шин задач, требует исключительных знаний о всех аспектах работы шины. В настоящее время на большинстве предприятий шинной промышленности стран СНГ, процесс создания шин основывается в первую очередь на интеллектуальных способностях конструктора. В свою очередь, ведущие мировые производители шин (Continental, Goodear и др.) уже более десятка лет назад приняли на вооружение методы компьютерного моделирования. Их применение позволяет прогнозировать работоспособность шины уже на этапе ее разработки, и исследовать ее характеристики в статических и динамических условиях нагружения.

В настоящее время к решению данной проблемы на базе подключился Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси совместно с учеными Белорусского государственного технологического университета. При моделировании поведения резин, в зависимости от их назначения, в основу принимались модели вязкоупругих тел – модели Максвелла, Кельвина-Фойхта и Муни-Ривлина с некоторыми ограничениями и поправками.

В процессе построения геометрического профиля шины, закладывались основные рабочие элементы шины. Далее шина нагружалась внутренним давлением, а также имитировалась посадка на обод колеса. В качестве подложки (грунта) использовались как плоские поверхности, так и поверхности с выступами, имитирующие наезд на препятствия.

В результате получены модели, которые хорошо согласуются с классическими представлениями о работе шин, а значит, они могут быть использованы с целью решения конкретных конструкторско-технологических задач.

УДК 678.028

В. И. Молчанов, канд. техн. наук, доц.;

О. В. Карманова, канд. техн. наук, доц.;

Ю. Ф. Шутилин, д-р техн. наук, проф. (ВГУИТ, г. Воронеж),

Ж. С. Шашок, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

### **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КИНЕТИКИ ВУЛКАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ**

В производственных рецептурах широко применяются комбинации активаторов и ускорителей серной вулканизации, и в большинстве случаев взаимная активация компонентов увеличивает число сопряженных химических реакций приводящих к сшиванию макромолекул, что неизбежно отражается на скорости вулканизации, склонности к подвулканизации и реверсии свойств резин.

При традиционном математическом моделировании физико-химических процессов вулканизации возникают определенные трудности, связанные с необходимостью усложнять механизм реакции (подробная химическая модель реакции содержит 12 стадий и 17 компонент); с неустойчивостью численных методов, используемых для решения таких моделей; со сложностью применения данных моделей для решения обратных задач и для задач управления процессом (оптимизации). При феноменологическом анализе кинетики вулканизации можно рассчитать несколько альтернативных вариантов модели, но традиционные методики анализа процессов во временной области не позволяют четко разделять процессы с синергическим взаимодействием. Для решения этой проблемы независимым методом было установлено число формальных механизмов реакций ответственных за структурирование эластомерной композиции и разработаны методика, программное обеспечение для разделения и анализа параллельных процессов образования поперечных связей на основе описания процесса тригонометрическим рядом.

Серная вулканизация, включая стадию реверсии, может быть формально описана системой кинетических уравнений. Разработка метода изучения кинетики реакции вулканизации многокомпонентных эластомерных композиций основывается на том, что отдельные стадии процесса вулканизации резко различаются по скорости. Для определения констант скорости отдельных стадий реометрическая кривая была разделена на несколько областей, в каждой из которых методами формальной кинетики были рассчитаны константы двух или трех стадий. Вычисленные константы были использованы для решения прямой кинетической задачи.

УДК 678.042

А. Ф. Петрушеня, асп.; М. М. Ревяко, проф., д-р техн. наук (БГТУ, Минск)

### **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Производство композиционных материалов на основе термопластов, как и номенклатура полимерных композитов постоянно расширяется за счет внедрения новых наполнителей, добавок. При этом все чаще наблюдается интерес в области создания композиционных материалов с использованием натуральных волокон, в том числе и древесных [1].

Важное значение имеет также и процесс модернизации уже существующих методик получения композиционных материалов с целью замены устаревших полимеров более новыми, экологичными в производстве и безопасными в дальнейшей эксплуатации в составе готового изделия. Так целью нашей работы является создание композиционного материала состоящего из листов шпона склеенных между собой пленочными адгезивами на основе термопластичных композиций, не содержащих в своем составе токсичных мономеров.

Однако широко распространенные промышленно-выпускаемые термопласты полиолефинового ряда (полиэтилен, полипропилен) являются полимерами неполярными, и для увеличения адгезии между компонентами в слоистом композиционном материале, было предложено вводить в молекулы адгезивов функциональные группы, повышающие поверхностную энергию и гибкость молекул контактирующих фаз. С этой целью были выбраны клеевые композиции с повышенными адгезионными характеристиками, модифицированные прививкой дикарбоновой кислоты марки ПФ-7.

Установлено, что получение качественных слоистых композиционных материалов на основе термопластов возможно, если в качестве адгезивов применять экструзионные марки (ПТР от 2 до 6) полимерных композиций на основе функционализированных полиолефинов или сополимера этилена с винилацетатом, содержащие в своем составе функциональные группы, способные взаимодействовать с функциональными группами, входящими в состав древесины, образуя прочные связи полимер – древесина.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Древотермопласт [Электронный ресурс] / Инжиниринг оборудования. [www.drevoplast.narod.ru](http://www.drevoplast.narod.ru). – Москва, 2010. – Режим доступа: [http://recyclers.narod.ru/10\\_1.htm](http://recyclers.narod.ru/10_1.htm). – Дата доступа 24.03.2010.



УДК 678.074

В. Д. Полоник, асп.;

Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, д-р хим. наук, проф.;

Ж. С. Шашок, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

**СТОЙКОСТЬ К ДЕЙСТВИЮ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СРЕД  
ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХ  
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН**

Эластомеры являются одним из важнейших конструкционных материалов в современном машиностроении. Изделия из них широко применяются в качестве уплотняющих элементов в различных машинах и механизмах. При этом работоспособность последних во многом определяется качеством изделий и ресурсом их работоспособности [1].

Целью исследований была оценка влияния политетрафторэтилена (ПТФЭ, фторопласт) марки Ф4, на степень набухания эластомерных композиций.

Объектом исследований являлась наполненная эластомерная композиция на основе синтетического бутадиен-нитрильного каучука БНКС-18А с эффективной вулканизирующей системой. Модифицирующая добавка вводилась в дозировках от 0,1 до 0,5 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука.

Бутадиен-нитрильные каучуки используются для производства изделий, работающих в контакте с топливом и смазочными материалами. При этом рабочая среда вызывает набухание, изменяя структуру резин.

В результате исследований было установлено, что применение как фторопласта приводит к снижению степени набухания вулканизатов в бензине. Наилучшим комплексом свойств обладают эластомерные композиции, содержащие 0,4 мас. ч. политетрафторэтилена.

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Трение и износ плазмохимически модифицированных эластомеров / Э. Ф. Абдрашитов [и др.] //Трение и износ. – 2001. – Т. 22, № 2. – С. 190-196.

УДК 678

Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, д-р хим. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск),

Т. Н. Кухта, зав. лаб. (РУП «Институт БелНИИС», г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ И ПРОЧНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРНЫХ ПОРОШКОВЫХ КРАСОК**

Изучено совместное действие искусственных климатических факторов (УФ-облучения, влаги, температуры) в климатической камере «Feutron» тип 3826/16 (Германия) на механические свойства и структуру поверхности полимерных пленок из полиэфирных и эпоксиполиэфирных порошковых красок разных цветов. Порошковые краски содержали один из двух отвердителей, сшивающих макромолекулы олигомеров с образованием пространственной сетчатой структуры: триглицидилизоцианурат (ТГИЦ) и гидроксиалкиламид (примид). Неадгезированные пленки толщиной 3-4 мм получали на фторопластовом листе. Механические испытания проводили на разрывной машине T 2020 DC 10 SH (Alpha Technologies, США). Морфологию поверхности пленок изучали на сканирующем электронном микроскопе JSM 56110LV (Jeol, Япония).

Установлено, что более прочные и эластичные пленки образуются из полиэфирных красок, отвержденных примидом. Они превосходят пленки из эпоксиполиэфирной краски: по прочности на разрыв на 41% (26 МПа против 17 МПа), по относительному удлинению при разрыве на 42% (2,5 против 1,6%) при меньшем на 16% модуле упругости (1600 против 1900 МПа соответственно). Из полученных данных следует, что в полиэфирной краске будут развиваться меньшие внутренние напряжения из-за большей их релаксации в легче формируемой пленке, что обычно обеспечивает больший срок эксплуатации покрытия без потери его защитных свойств. Данный вывод подтверждается результатами климатических испытаний: если после воздействия 100 циклов в климатической камере эпоксиполиэфирная пленка сохраняет только 50% прочности и 67% разрывного удлинения, то полиэфирная пленка – 65 и 72% соответственно. Поверхность полиэфирной пленки гладкая, однородная, а эпоксиполиэфирной – рельефная, т.к. сформирована в условиях больших внутренних напряжений.

Покрyтия из полиэфирных порошковых красок, отвержденных примидом, более прочные и эластичные, медленнее стареют, чем покрытия, отвержденные ТГИЦ. Хотя сшивка макромолекул полиэфирной смолы молекулами примиды протекает медленнее, требует большей температуры и времени, однако при этом образуется более однородная и прочная полимерная сетка.

УДК 621.74.045

Е. И. Рожкова, студ. (БГТУ, г. Минск);  
Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Б, д-р хим. наук, проф., (БГТУ, г. Минск);  
А.Ю. Ключев, канд. техн. наук, вед. науч. сотр (ГНУ «ИФОХ НАН Б», г. Минск)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАНИФОЛИ В МОДЕЛЬНЫХ СОСТАВАХ ДЛЯ ТОЧНОГО ЛИТЬЯ**

С целью разработки новых высокоэффективных модельных составов (МС) проведен глубокий анализ патентной и научной литературы по рецептурам, способам получения и возможностям применения МС для точного литья по выплавляемым моделям [1].

Наиболее известные МС содержат в качестве ингредиентов: парафин, буроугольный воск, церезин и целевые добавки. Основными недостатками парафиностеариновых МС являются невысокие значения физико-механических характеристик, что и является определяющим для разработки новых композиций.

В рецептурах МС на ОАО «Завод горного воска», кроме традиционных компонентов для повышения эксплуатационных свойств применяется живичная канифоль. В промышленных МС содержание канифоли (Кн) составляет, мас. %: ЗГВ-101 – 10; ЗГВ-102 – 5; ЗГВ-103 – 10 [2].

Проведенные поисковые работы по использованию модифицированной Кн (МКн) в МС показали, что последняя улучшает эксплуатационные свойства МС [3]. Используемая в композициях МКн повышает такие физико-механические характеристики МС как теплоустойчивость, термостабильность, предел прочности при статическом изгибе, при растяжении, сжатии, температуру каплепадения, ударную вязкость, ПТР, снижает модуль упругости, относительное удлинение при разрыве. Полученные результаты исследования легли в основу разработки рецептуры и технологии получения модельного состава марки ЗГВ-103М [4].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Литье по выплавляемым моделям: монография: под ред. Я. И. Шкленника [и др.]. – М. : Машиностроение, 1971. – С. 146-145.

2 Патент № 12477 (РБ). МПК C1 B22C7/00. Модельный состав для точного литья (варианты)./ Мулярчик В. В., Константинов В. Г., Данишевский В.Н., Рязанцева А. А., Титенкова Р. В. Заяв. 20.02.2008. Оpubл. 30.10.2009.

3 ТУ РБ 00203358.003-98. Составы модельные.

4 ТУ ВУ 600125053.058-2011. Состав модельный ЗГВ 103М.

УДК 678.029.46

В. А. Седых, канд. техн. наук, доц.;  
В. Н. Щербаков, канд. техн. наук, доц.;  
Г. В. Проскурин, магистрант (ВГУИТ, г. Воронеж),  
Е. П. Усс, канд. техн. наук, ассист. (БГТУ, г. Минск)

### **СВОЙСТВА ТЕРМОУСАДОЧНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПВХ**

Термоусадочные пленки ПВХ широко используются для упаковки различной продукции и обладают высокими прочностными показателями, прозрачные, проницаемые для света. Поэтому представляет практический интерес изучение свойств этих пленок и областей их применения. Сняты кинетики роста температуры по ходу смешения ингредиентов в высокооборотном смесителе и последующей кинетики охлаждения смеси при перемешивании, которые описывались линейной зависимостью. Установлено что скорость роста температуры составила  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ , а скорость охлаждения в 2 раза меньше -  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ .

Обнаружено, что продолжительность цикла нагрева до  $90^{\circ}\text{C}$  смеси ингредиентов и последующего охлаждения в 2 раза короче, чем для цикла с температурой нагрева до  $120^{\circ}\text{C}$  и последующего охлаждения. Изучены физико-механические свойства пленок до и после термоусадки. Установлено, что относительное удлинение при разрыве вдоль и поперек вытяжки рукава до термической усадки составило 0-6 и 0-9%, соответственно, а после – относительное удлинение при разрыве для всех рецептур отсутствовало.

Установлено различие в прочности пленок вдоль и поперек направления вытяжки рукава. Разработана методика определения скорости усадки пленок разной природы в широком интервале температур. При анализе кинетики термоусадки выявлены 2 зоны: 1 - быстрой термоусадки; 2 - медленной термоусадки. Границей 1 и 2 зон термоусадки принята продолжительность, обеспечивающая 90%-ую усадку пленки от максимального значения термоусадки. Кинетика 1 и 2 зон усадки описывались линейной зависимостью термоусадки от продолжительности термообработки. По коэффициентам полученных уравнений регрессии оценивали скорость усадки пленок при различных температурах. На скорость усадки пленок также влияло суммарное содержание пластификаторов (ДОФ, ДИНФ, ДОА, ЭСМ) в рецептуре. С ростом числа пластификаторов продолжительность быстрой термоусадки снижалась. Найдены оптимальные температуры усадки для ПВХ –  $75^{\circ}\text{C}$  и для ПЭ –  $140^{\circ}\text{C}$ . Установлена минимальная граница проявления термоусадки (для всех рецептур ПВХ она составила  $60^{\circ}\text{C}$ , а для ПЭ –  $130^{\circ}\text{C}$ ). Таким образом, в ходе работы были изучены технология смешения ингредиентов для пленок ПВХ и установлены различия в технических и эксплуатационных свойствах пленок на основе ПВХ и ПЭ.

УДК 678.6

А. В. Спиглазов, канд. техн. наук, доц.;  
Е. И. Кордикова, канд. техн. наук, доц.;  
А. С. Черенкевич, студ. (БГТУ, г. Минск)

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРОПИТКИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ СТЕКЛОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Известные [1] способы использования классифицированных измельченных отходов стеклопластиков в качестве наполнителей в композициях с термопластичным связующим не позволяют эффективно использовать более 50 мас. % смеси. При этом за счет существенного механического воздействия на волокнистую фракцию при классификации и совмещении с расплавом термопластичных полимеров наблюдается потеря механических свойств композиции.

Цель работы – проработка возможности использования не классифицированных измельченных отходов стеклопластиков в качестве наполнителя в композициях на основе термореактивных смол, получаемых по методу пропитки под давлением (инжекционное формование).

Установлено, что для обеспечения требуемого содержания наполнения в композиции при пропитке волокнистые отходы обладают необходимой степенью уплотнения при давлениях не более 0,5 МПа. За счет возможности управления фракционным составом измельченной смеси [1] обеспечивается получение состава и структуры наполнителя с коэффициентами проницаемости, достаточными для требуемой производительности процесса пропитки. Определены и проверены экспериментально параметры процесса пропитки под давлением. Установлены показатели закона уплотнения и коэффициенты проницаемости волокнистой структуры, позволившие разработать методику оценки процесса пропитки с использованием программных средств.

Качество композиций оценивали по показателям физико-механических свойств. Установленные значения предела прочности при изгибе (55 МПа) и растяжении (25 МПа) несколько уступают аналогичным композициям на основе первичного стекловолокна (70 и 35 МПа соответственно), а по модулю упругости сравнимы (около 7 МПа).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Двустадийная технология совмещения волокнистых отходов стеклопластика и смешанных отходов термопластов для формования изделий / В. П. Ставров [и др.] // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 99-103.

УДК 665.637:665.334.9

М. А. Тимошкина, ассист.; А. И. Юсевич, канд. хим. наук, доц.;  
Т. А. Магучая, студ.; С. А. Магучий, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК РАПСОВОГО МАСЛА К СЫРЬЮ ВИСБРЕКИНГА НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМОГО ТОПОЧНОГО МАЗУТА**

Котельные топлива – крупнотоннажная по количеству выработки группа немоторных топлив, используемых для сжигания в горелках (форсунках) топок котлов тепловых электростанций, технологических печей установок нефтепереработки и нефтехимии, металлургических производств и объектов сельского хозяйства. Основным жидким котельным топливом являются топочные мазуты марок М-40 и М-100 для стационарных котельных печей и технологических установок [1]. В качестве компонентов товарных топочных мазутов используются как прямогонные тяжелые нефтяные фракции, так и остатки вторичных процессов нефтепереработки. Цель данной работы – изучить в лабораторных условиях, как изменяться некоторые свойства компонента топочного мазута, получаемого при висбрекинге вакуумного остатка перегонки нефти (гудрона) в присутствии рапсового масла в соотношении 10:1 (мас.). Определяли плотность, вязкость, наличие водорастворимых кислот и щелочей, стабильность мазута по ASTM D 4740. Вязкость топлива определяет методы и продолжительность сливно-наливных операций, условия перевозки и перекачки, гидравлические сопротивления при транспортировании топлива по трубопроводам, эффективность работы форсунок. От вязкости в значительной мере зависят скорость осаждения механических примесей при хранении, а также способность топлива отстаиваться от воды. При введении добавки рапсового масла в сырье висбрекинга наблюдалось снижение кинематической вязкости мазута, что можно отметить как положительный аспект. Изменения значений параметров стабильности и плотности не наблюдалось. Однако было установлено наличие водорастворимых кислот, что может увеличить коррозионную активность мазута. Одним из вариантов решения проблемы может быть компаундирование данного продукта с нейтральными нефтепродуктами даже более высокой вязкости с получением в итоге топочного мазута, соответствующего требованиям ГОСТ.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С. А. Ахметов. – Уфа : Гилем, 2003.

УДК 66.092:665.334.9

М. А. Тимошкина, ассист.; А. И. Юсевич, канд. хим. наук, доц.;  
 А. Е. Шаграй, студ.; С. Н. Князев, студ.  
 (БГТУ, г. Минск)

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОЛИЗА СМЕСИ НЕФТЯНОГО ГУДРОНА И РАПСОВОГО МАСЛА В ПРИСУТСТВИИ ВОДЫ**

При проведении промышленного процесса висбрекинга для организации оптимальной структуры потоков сырья, проходящих через змеевики печи, особенно при работе на пониженной производительности, и для регулирования скорости потока в трубах на входе в каждый поток змеевика печи может впрыскиваться питательная вода. Ранее были изучены особенности термокрекинга гудрона в присутствии рапсового масла в лабораторных условиях в реакторе автоклавного типа [1], а также показана принципиальная возможность использования растительного масла для интенсификации процессов термодеструктивной переработки тяжелого нефтяного сырья [2]. Цель данного исследования – изучить влияние рапсового масла на закономерности висбрекинга тяжелого нефтяного сырья в присутствии воды. Объекты исследования: гудрон ОАО «Мозырский НПЗ», рапсовое масло марки Т. Свойства объектов исследования и методика проведения эксперимента описаны в [1]. Установлено, что при добавлении воды к гудрону и к смеси гудрон:рапсовое масло (10:1 мас.) значительно возрастает количество газообразных продуктов термодеструкции. При этом наблюдается утяжеление состава газа с увеличением содержания в нем углеводородов  $C_3$  и выше. Установлено увеличение количества образующихся в результате термолиза бензиновой и дизельной фракций. При этом наблюдается утяжеление фракционного состава и увеличение плотности дизельной фракции. Выявлено также некоторое увеличение коррозионной активности среды в условиях эксперимента при добавлении рапсового масла к системе гудрон+вода.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Юсевич, А. И. Особенности совместного термокрекинга нефтяных остатков и растительных масел / А. И. Юсевич, М. А. Тимошкина, Е. И. Грушова // Нефтехимия. – 2010. – Т. 50, № 3. – С. 241-246.

2 Способ термодеструктивной переработки тяжелых нефтяных остатков: пат. 12412 Респ. Беларусь, МПК7 С 10 G 9/00 / А. И. Юсевич, М. А. Тимошкина, Е. И. Грушова; заявитель Бел. гос. технол. ун-т. – № а 20080977; заявл. 22.07.2008; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 87.

УДК 665.637.8

А. О. Шрубок, асп., Е. И. Грушова, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ОКИСЛЕНИЕ ГУДРОНА В ПРИСУТСТВИИ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК – КОМПОНЕНТОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ**

Увеличивающиеся потребности в вяжущих материалах, ухудшение качественного состава сырья, используемого при производстве дорожных битумов, определяют необходимость совершенствования технологии получения окисленных битумов. Наиболее простым и наименее затратным путем решения данной проблемы является способ производства окисленных битумов из модифицированного сырья.

Исследования показали [1], что смола пиролиза бурых углей, введенная в нефтяной гудрон, ингибирует процесс окисления, а битумы, полученные из модифицированного сырья, характеризуются пониженной динамической вязкостью и обладают повышенной устойчивостью к термоокислительному старению. Цель данной работы состояла в исследовании влияния отдельных компонентов каменноугольной смолы на процесс окисления гудрона.

Установлены зависимости температуры размягчения полученных битумов от продолжительности окисления, динамической вязкости битумов от температуры. Определены пенетрация, индекс пенетрации, групповой состав и устойчивость к термоокислительному старению окисленных битумов, модифицированных фракциями каменноугольной смолы. Показано, что введение компонентов каменноугольной смолы в нефтяной гудрон позволяет регулировать скорость процесса окисления и получать битумы с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Шрубок, А. О. Исследование процесса окисления гудрона в присутствии модифицирующей добавки / А. О. Шрубок, Е. И. Грушова // Республиканская научная конференция студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь «НИРС-2011». – Минск, 2011. – С. 404.



УДК 541.183

И. В. Шуляк, асп., Е. И. Грушова, д-р техн. наук, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

# МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ АПАВ – ВОДА ПО ДАННЫМ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Интерес к водным растворам АПАВ связан с их широким использованием в различных отраслях народного хозяйства (в нефтедобыче и нефтепереработке, производстве калийных удобрений и т.д.).

Ранее [1] проведено изучение системы вода – АПАВ структуры  $C_{(12-14)}H_{(25-29)}-(O-CH_2-CH_2)_{(1-4)}-O-CO-CH(SO_3H)-COONa$  с использованием стандартных физико-химических методов. Для уточнения поведения макромолекул в растворе в настоящей работе выполнено квантово-химическое исследование структурных характеристик растворов АПАВ в воде. Исходная геометрия макромолекулы АПАВ рассчитывалась с использованием полуэмпирического метода PM3 [2]. Сопоставление полученных параметров макромолекулы с литературными данными показало, что полуэмпирический метод PM3 адекватно описывает данную структуру.

Поиск наиболее термодинамически стабильной конформации АПАВ в воде осуществлялся с помощью метода молекулярной динамики. Для поиска глобального минимума в системе расчет осуществлялся с помощью метода “молекулярного отжига”. Суть его в том, что модель с помощью молекулярной динамики нагревается до температуры, при которой в системе свободно происходят различные структурные переходы, а затем производится медленное охлаждение. Показано, что сетка водородных связей является определяющим фактором образования межмолекулярной структуры АПАВ.

Исследована структура первой сольватной оболочки АПАВ посредством функции радиального распределения. Установлено, что в растворе макромолекулы АПАВ приобретают свернутую конформацию с преимущественным расстоянием между концами цепи равным 10-18 Å.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Шуляк, И. В. Термодинамические характеристики разбавленных растворов полимеров поверхностно-активных веществ / И. В. Шуляк, Е. И. Грушова, А. М. Семенченко // XII Ukrainian conference on macromolecules: abstracts, 18-21 October, 2010, Kyiv. – Киев, 2010. – Р. 90.

2 Соловьев, М. Е. Компьютерная химия. / М. Е. Соловьев, М. М. Соловьев. // – М.: Солон-Пресс, 2005. – 536 с.

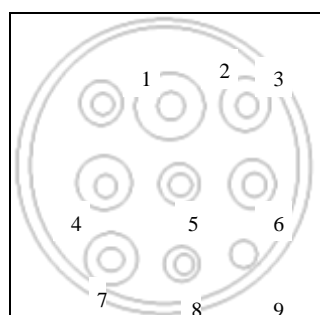
УДК 579.22:579.62

Н. М. Аль-Хаммаш, асп., А. В. Игнатенко, канд. биол. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ И МЕТОДЫ ЕЕ ОБНАРУЖЕНИЯ

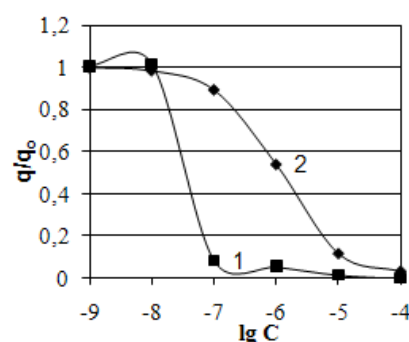
Анализ резистентности микроорганизмов молочно-товарных комплексов (МТК) лежит в основе правильного выбора антибиотиков для эффективного лечения животных и обеспечения производства высококачественного молока. Цель работы – анализ антибиотикорезистентности микроорганизмов и разработка методов ее контроля.

Выделение микроорганизмов осуществляли на МТК «Заболоть» Гродненского района и в лаборатории кафедры микробиологии и эпизоотологии ГГУ. Анализ антибиотикорезистентности микрофлоры выполняли на кафедре биотехнологии и биоэкологии БГТУ. Оценка резистентности микроорганизмов к антибиотикам проводили стандартным методом диффузии веществ в агар по диаметру зоны подавления роста клеток (рисунок 1). При диаметре более 12 мм клетки считаются чувствительными, менее 12 мм – средней резистентности, отсутствие подавления роста указывает на их антибиотикорезистентность. Длительность анализа данным методом 1-3 суток.



1 – бензилпенициллин; 2 – сизомицин; 3 – фурадонин; 4 – неомицин; 5 – полимиксин; 6 – тетрациклин; 7 – канамицин; 8 – эритромицин; 9 – олететрин

**Рисунок 1** – Анализ резистентности выделенных микроорганизмов *E. coli* методом диффузии антибиотиков в агар



**Рисунок 2** – Изменение резистентности клеток *E. coli* в присутствии антибиотика бензилпенициллина для чувствительной (1) и резистентной (2) форм

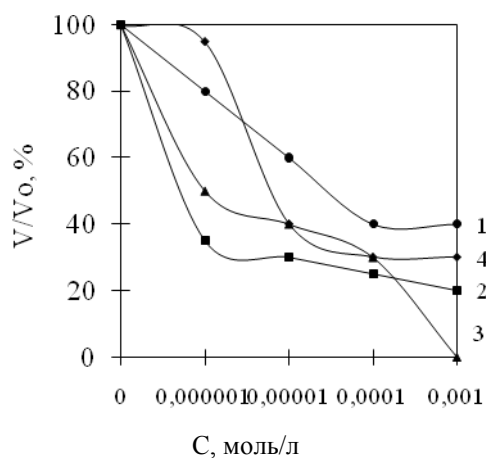
Для ускорения анализов и снижения их трудоемкости был использован биокалориметрический метод (рисунок 2). Резистентность микроорганизмов в данном методе определялась по снижению мощности тепловыделения клеток. В результате выполненной работы предложен биокалориметрический метод количественной оценки антибиотикорезистентности микроорганизмов в течение 30 мин.

УДК 57.08 + 57.042.2: 630.892

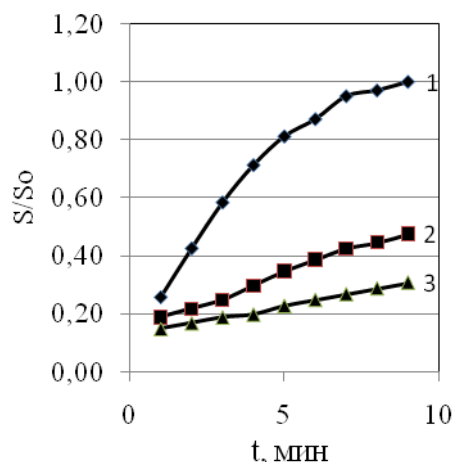
Н. М. Аль-Хаммаш, асп., А. В. Игнатенко, канд. биол. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ  
АНТИБИОТИКОВ И ИНГИБИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОКЕ**

Контроль содержания ингибиторов в молоке является одной из актуальных задач для молочно-товарных ферм и молокоперерабатывающих предприятий. Своевременное обнаружение антибиотиков и других ингибиторов позволяет предотвратить нарушение биотехнологических процессов переработки молока и снижения качества продукции. Цель работы – разработка экспресс-методов контроля остаточных количеств антибиотиков и ингибиторов в молоке.

В работе использовали: пенициллин, тетрациклин, стрептомицин, низин и др. Рабочие концентрации веществ получали методом последовательных разведений препаратов до величины ПДК в молоке. В качестве методов определения остаточных количеств антибиотиков и ингибиторов в молоке использовали стандартный метод диффузии веществ в агар, а также предлагаемые методы биокалориметрии и анализа подвижности микроорганизмов (рисунки 1, 2).



1 – фенол; 2 – нитробензол; 3 –  $\text{Cd}^{2+}$ ; 4 –  $\text{Cr}^{6+}$   
Рисунок 1 – Изменение относительной скорости движения клеток микроводоросли *Euglena gracilis* от концентрации ингибиторов



1 – контроль; 2 – с 0,05% низином;  
3 – с 0,1% низином  
Рисунок 2 – Влияние антибиотика низина на относительное количество выделенного тепла микрофлорой молока

В результате выполненной работы предложены простые, высокочувствительные и доступные методы количественного определения антибиотиков и ингибирующих веществ в молоке с помощью клеток *Euglena gracilis* и биокалориметрии. Чувствительность методов на уровне 0,001-0,01 мкг/мл. Длительность анализа – 10 мин.

УДК 006.91-048.26:579.66.083.1.088.1:620.193.8

Л. И. Антоновская, ассист., Н. А. Белясова, канд. биол. наук, доц.;  
Н. И. Заяц, канд. техн. наук, доц.; И.П. Рокало, студ. (БГТУ, г Минск)

# **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ «КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БАКТЕРИОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ С БИОЦИДНЫМИ ДОБАВКАМИ ПО ОТНОШЕНИЮ К СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩИМ БАКТЕРИЯМ»**

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют стандартизованные методики, позволяющие количественно оценивать степень бактериостойкости материалов с биоцидными добавками по отношению к сульфатредуцирующим бактериям, что в значительной степени ограничивает работу по созданию новых технологий получения биозащищенных материалов и изделий.

Цель данной работы заключалась в разработке методики выполнения измерений (МВИ) по определению степени бактериостойкости материалов с биоцидными добавками по отношению к сульфатредуцирующим бактериям.

Разработку МВИ осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 8.010-99. По результатам экспериментальных исследований, проведенных в условиях внутрилабораторного эксперимента, в соответствии с СТБ 5725-2002 были получены оценки точности результатов измерений: стандартное отклонение повторяемости ( $S_r$ ), стандартное отклонение промежуточной прецизионности ( $S_{I(TCO)}$ ) и неопределенность измерений ( $u$ ). В процессе разработки МВИ определена процедура и нормативы внутреннего контроля показателей точности.

В таблице представлены показатели точности определения параметра степени бактериостойкости ( $\bar{A}_{H_2S}$ ).

**Таблица – Показатели точности определения параметра  
бактериостойкости  $\bar{A}_{H_2S}$**

$\bar{A}_{H_2S}$	$S_r$ , отн.ед.	Вид функциональной зависимости	
		$S_{I(TCO)}$ , отн.ед.	$u$ , отн.ед.
от 0,00 отн.ед. до 1,00 отн.ед.	0,005	$S_{I(TCO)} = 0,015 \cdot \bar{A}_{H_2S} + 0,002$	$u = 0,030 \cdot \bar{A}_{H_2S} + 0,003$

Таким образом, разработанная методика позволяет определять степень бактериостойкости материалов с неопределенностью не превышающей 10 %.

МВИ «Количественная оценка степени бактериостойкости материалов с биоцидными добавками по отношению к сульфатредуцирующим бактериям» в настоящее время проходит подтверждение пригодности в Белорусском государственном институте метрологии.

УДК 615.322

Р. И. Бут-Гусаим, студ., Е.А. Флюрик, канд. биол. наук, ст. преп.;

В. Н. Леонтьев, канд. хим. наук, доц.

(БГТУ, г. Минск)

### **ФЛАВОНОИДЫ ПУСТЫРНИКА *LEONURUS L.***

При промышленном производстве настойки пустырника (*Leonurus L.*) образуется большое количество технологического отхода. Этот отход можно использовать как вторичное сырье при производстве нового лекарственного препарата, предназначенного для лечения тромбозов.

Химический состав сырья, которое используется для производства препаратов на основе пустырника, разнообразен и представлен большим количеством веществ, например сахарами, эфирными маслами, флавоноидами, аскорбиновой кислотой и др. Среди веществ пустырника особо выделяются флавоноиды как группа соединений, которая имеет широкий спектр фармакологической активности.

Флавоноиды – природные кислородсодержащие гетероциклические соединения.

В настоящее время нами была получена настойка пустырника и проведены ее исследования по определению общей суммы флавоноидов, содержания взвешенных веществ. Кроме того, с помощью колоночной хроматографии на колонке, заполненной гелем Акрилекс П-10, провели разделение компонентов пустырника. Далее, с помощью спектрофотометрического метода, проводили идентификацию флавоноидов в полученных фракциях. А также полученные фракции исследовали с помощью метода ТСХ (система растворителей: н-бутанол – ледяная уксусная кислота – вода (4:1:5). Идентификацию флавоноидных соединений проводили с использованием 5% спиртового раствора хлорида алюминия, т.к. данное соединение способно образовывать окрашенные соединения и флуоресцировать в УФ-свете.

Дальнейшие наши исследования будут направлены на исследование компонентов настойки пустырника с помощью газожидкостной хроматографии, т.к. данный метод позволит подтвердить не только качественный и количественный состав разделенных компонентов, но также и автоматизировать процесс контроля за качеством получаемого препарата.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Нго, З. Т. Т. Разработка методики количественного определения суммарного содержания флавоноидов в траве пустырника спектрофотометрическим методом / З. Т. Т. Нго, Е. В. Жохова // Химия растительного сырья. – 2007. – № 4. – С. 73-77.

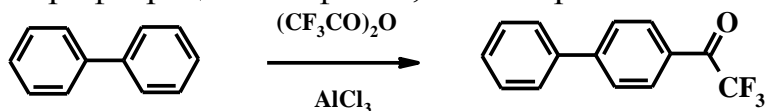
УДК 542.61: 661.8

Т. Н. Зинькова, канд. хим. наук, ст. преп.;  
В. Н. Ковганко, канд. хим. наук, ст. преп.  
(БГТУ, г. Минск)

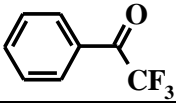
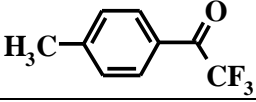
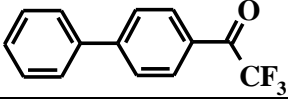
## ПРИМЕНЕНИЕ ЗАМЕЩЕННЫХ ТРИФТОРАЦЕТОФЕНОВ В ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ БЕНЗОАТОВ

Широкое применение бензойной кислоты и ее солей в промышленности (пищевой, химической, фармацевтической и др.) обуславливает важность их контроля и соответственно, потребность в эффективных и экспрессных методах их определения. Однако существующие методы либо недостаточно селективны, либо требуют дорогостоящего сложного оборудования и сложной пробоподготовки.

Подходящей альтернативой могли бы служить потенциометрические сенсоры, но до сих пор не создано высокоселективных электродов для определения бензоатов. Из механизма их функционирования следует, что разработка таких сенсоров возможна только на основе высокоэффективных экстракционных систем. Поэтому в данной работе были исследованы анионообменные экстракционные системы с участием бензоат-ионов и высших четвертичных аммониевых солей. Эффективность систем оценивали по величине концентрационных констант обмена на 2,4-динитрофенолят-ионы, которые определяли фотометрически. Для повышения эффективности экстракционного извлечения бензоатов были успешно применены сольватирующие добавки – замещенные трифторацетофеноны, в том числе новое соединение – трифторацетилбифенил, синтезированное по схеме:



Значения логарифмов констант обмена для некоторых из изученных экстракционных систем с концентрацией сольватирующих добавок в органической фазе  $10^{-2}$  моль/л представлены в таблице:

Добавка	$\lg K_{\text{DNP}^+}^{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$	$\Delta \lg K_{\text{DNP}^+}^{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$
Без добавки	-4,08	—
	-2,61	+1,47
	-3,05	+1,03
	-2,66	+1,42

УДК 542.61

Н. А. Коваленко, канд. хим. наук, доц.;

Г. Н. Супиченко, канд. хим. наук, ассист.;

О. В. Стасевич, канд. хим. наук, ст. преп.;

В. Н. Леонтьев, канд. хим. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСТРАГЕНТОВ ГИПЕРИЦИНА ИЗ ТРАВЫ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО**

Выделение биологически активных соединений из растительного сырья является перспективным способом получения лекарственных препаратов с определенными свойствами. Трава зверобоя является богатым источником гиперацинов – соединений, обладающих фототоксическим эффектом, что позволяет применять их в медицине в качестве фотосенсибилизаторов. Наиболее простым способом получения биологически активных соединений из растительного материала является экстракционный. Выход экстрагируемых веществ существенной степени зависит от природы экстрагента [1]. Цель работы – выявление наиболее эффективного растворителя для экстракции гиперацинов из травы зверобоя. В рамках поставленной цели была проведена экстракция биологически активных соединений из травы зверобоя методом мацерации в течение 10 суток в темноте при комнатной температуре. В качестве растворителей использовали этанол, ацетон, бутанон-2, циклогексанон-2, этилацетат, хлороформ. Скрининг растворителей производили по выходу экстрактивных веществ и способности извлекать гиперацины. Качественное определение гиперацинов в полученных экстрактах осуществляли с помощью метода ТСХ по ярко-красной флуоресценции и соответствующему показателю  $R_f$  [2].

В экстрактах, полученных с использованием в качестве экстрагентов бутанона-2, циклогексанона-2, этилацетата, хлороформа, гиперацины отсутствовали. В ацетоновом и этанольном экстрактах наблюдалось наличие как гиперацина, так и его структурного аналога псевдогиперацина. При этом наибольший выход экстракта (12,53 %) обеспечивался при использовании этанола в качестве экстрагента.

Таким образом, проведение экстракции методом мацерации дало возможность определить, что наиболее подходящим растворителем для экстракции гиперацинов является этанол.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Ширшова, Т. И. Экстракция как метод выделения биологически активных соединений: краткий обзор // Вестник института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2002. – № 57. – С. 41-42.

2 Китанов, Г. М. Фитохимическое изучение и анализ видов *Nuphar L.*, произрастающих в Болгарии / Г. М. Китанов // Растительные ресурсы. – 1988. – Т. 241. – С. 114-121.

УДК 547.599.2

Д. А. Медведев, нач. цеха (ОАО «Гомельский жировой комбинат, г. Гомель»);

В. Г. Янковская, студ.; В. Н. Леонтьев, канд. хим. наук, доц.;

В. Л. Флейшер, канд. техн. наук, доц.;

Е. А. Флюрик канд. биол. наук, ст. преп.

(БГТУ, г. Минск)

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАРГАРИНОВ**

Маргарин – эмульсионный жировой продукт с массовой долей не менее 20%, состоящий из натуральных и(или) модифицированных растительных масел, с вводом или без ввода животных жиров, жиров рыб и морских млекопитающих, воды с добавлением или без добавления молока и (или) продуктов его переработки, пищевых добавок, витаминов и других ингредиентов.

Настоящая работа посвящена проблеме создания технологии функциональных пищевых продуктов с использованием растительных сапонинов. Предпосылкой для данного исследования послужило кардинальное изменение взгляда на роль сапонинов в питании человека. В настоящее время считается, что сапонины могут защитить организм человека от избыточного содержания холестерина в крови и рака кишечника. Эта тенденция подтверждается рядом научных исследований, а также патентами США и Японии.

В качестве растительной добавки было предложено ввести в рецептуру маргарина корень солодки в виде мелко измельченного порошка. Выбор корня солодки обусловлен ее лечебными свойствами, а также сладким вкусом, что позволит снизить содержание вводимого сахара в маргарин. Кроме этого флавоноиды солодки обладают противомикробным и противогрибковым действием. Глицирризиновая кислота блокирует внедрение активных вирусных частиц внутрь клетки, нарушая возможность воспроизводства вирусов, кроме этого, способствует образованию интерферона. Полисахаридная фракция из корней солодки стимулирует макрофаги, проявляя таким образом свойства иммуномодулятора. Иммуномодулирующее действие корня солодки значительно повышает сопротивляемость организма, даже у больных тяжелыми и хроническими заболеваниями. Глицирризиновая кислота обладает мембранопротекторным действием, снижая интенсивность перекисного окисления липидов путем связывания свободных радикалов и токсичных продуктов окисления. Изофлавановые соединения солодки защищают функции митохондрий в условиях окислительного стресса. Это придает корню солодки антиоксидантные свойства.



УДК 581.543:582.711.714

А. Н. Никитенко, ассист., З. Е. Егорова, канд. техн. наук, доц.;

О. Г. Верещако, студ.; А. П. Кужелев, студ.;

И. Г. Свистун, студ.

(БГТУ, г. Минск)

## **ИЗМЕНЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЯБЛОК БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ**

Фенольные соединения – обширный класс циклических веществ, производных фенола, широко распространенных в растительном мире, играющих важную роль в физиологических функциях растений (фотосинтезе, дыхании, росте, устойчивости к инфекционным заболеваниям и др.) [1].

Цель исследований – изучить изменение содержания общих фенольных веществ, в том числе флавонолов, суммы катехинов и лейкоантоцианов яблок белорусской селекции при хранении.

Объектами изучения были яблоки зимнего (сортов Антоновка обыкновенная, Минское) и позднезимнего (сортов Алесь, Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Вербное, Весялина и Имант) сроков созревания в течение 3 мес. хранения при температуре 0...+1°C и относительной влажности окружающей среды 90-95%. Содержание фенольных соединений определяли фотометрическим методом: общие фенольные соединения – с использованием реактива Фолина-Чокольеу, флавонолы – с  $AlCl_3$ , сумму катехинов и лейкоантоцианов – с ванилиновым реактивом.

Результаты проведенных исследований показали, что изменение содержания фенольных соединений, флавонолов, суммарного количества катехинов и лейкоантоцианов при хранении зависело от сортовых особенностей плодов яблок.

К концу эксперимента отмечено снижение свободных фенольных соединений на 2-74%; увеличение содержания флавонолов на 21,3 % и 58,2% для сортов Антоновка обыкновенная и Белорусское малиновое, уменьшение на 30-46% для сортов Банановое, Антей и Минское; а также постепенное снижение суммарного количества катехинов и лейкоантоцианов практически для всех сортов, за исключением яблок сорта Антей (увеличение около 2 раз).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Метлицкий, Л. В. Биохимия плодов и овощей / Л. В. Метлицкий. – М. : Экономика, 1970. – 271 с.

УДК 542.8:637.12.04./07

И. В. Подорожная, асп., С. С. Ветохин, канд. физ.-мат. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Целью работы было нахождение связи между температурой заморзания и другими физическими параметрами питьевого молока и кисломолочных продуктов.

В качестве объектов исследования были выбраны молоко коровье питьевое пастеризованное, ультрапастеризованное и стерилизованное, кефир, биокефир, ряженка, простокваша, продукт «Здоровье» и биойогурт. Образцы молока закупались по два образца одной партии. После отбора проб для анализа молоко в закрытой потребительской таре хранили в течение месяца при комнатной температуре и в холодильнике.

В результате хранения образцов молока происходило понижение температуры заморзания, а с понижением температуры заморзания молочных продуктов наблюдались увеличение титруемой кислотности и удельной электропроводности, понижение рН, за исключением показателя «активность воды», для которой явная корреляция не установлена.

В случае с кисломолочными продуктами на чистых культурах известных заквасок корреляция между температурой заморзания и титруемой кислотностью не выражена. Очевидно, криоскопическим методом можно определять не только накопление молочной кислоты как в случае с определением кислотности молока, но и некоторых других продуктов брожения [1].

Кроме того, корреляции температуры заморзания от других физико-химических свойств сквашенного при различных режимах хранения молока лучше описываются линейным законом, чем аналогичные корреляции для сквашенного молока и кисломолочных продуктов.

Криоскопический метод анализа может применяться для определения высоких значений титруемой кислотности при производстве кисломолочных продуктов. В меньшей степени температура заморзания молока коррелирует с активной кислотностью и удельной электропроводностью. Явная корреляция между температурой заморзания и параметром «активность воды» не установлена.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Твердохлеб, Г. В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, Р. И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.

УДК 543.257.1.034.7

И. В. Савосько, ассист, Т. Н. Зинькова, канд. хим. наук, ст. преп.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФТОРИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОНСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА «ЭКОМ-F»**

В настоящее время одним из наиболее селективных и экспрессных методов определения фторид-ионов является метод прямой ионометрии [1]. Для лабораторных исследований активно используется фторидный ионселективный электрод «ЭКОМ-F» с твердой мембраной [2]. При изучении возможностей определения фторидов в пищевых продуктах сложного состава с помощью этого электрода было решено провести более детальное исследование условий его функционирования, в частности изучить влияние состава буферного раствора и мешающих ионов на вид и параметры электродной функции.

Проведено изучение функционирования электрода в серии цитратных буферных растворов с диапазоном pH 3,0-6,5. Полученные данные сравнили с результатами проведенных ранее исследований для ацетатных буферных растворов. Установлено, что в случае использования цитратных буферных растворов рабочий диапазон значений pH гораздо шире, а чувствительность электрода выше.

Для изучения мешающего влияния ионов с целью выбора фонового электролита для поддержания постоянной ионной силы было исследовано функционирование электрода в присутствии 0,1÷1М NaCl, 0,1÷0,5М NaI, 0,1÷0,5М NaBr и 0,1÷0,5М Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Также было проведено изучение ЭДТА в качестве маскирующего комплексообразующего агента для ионов Al<sup>3+</sup> и Fe<sup>3+</sup>.

В результате исследований был подобран оптимальный состав фонового электролита:

- 1) цитратные буферные растворы с диапазоном значений pH 3,5-4,75;
- 2) для поддержания ионной силы использовать 0,1 М Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 3) в качестве маскирующего реагента мешающих ионов Al (III) и Fe (III) использовать 0,01 М ЭДТА.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Отто, М. Современные методы аналитической химии / М. Отто. – М. : Техносфера, 2006. – 545 с.

2 Юрьева, И. В. Косвенное потенциометрическое определение алюминия (III) с использованием фторидселективного электрода / И. В. Юрьева, Е. В. Радион // Труды БГТУ. Сер. Химия и технология неорг. в-в. – 2007. – Вып. XV. С. 59-63.

УДК 543.544

О. В. Стасевич канд. хим. наук, ст. преп.;

В. Н. Леонтьев, канд. хим. наук, доц.;

Н. А. Коваленко, канд. хим. наук, доц.;

Г. Н. Супиченко, канд. хим. наук, ассист. (БГТУ, г. Минск)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВЫДЕЛЕНИЯ ГИПЕРИЦИНОВ ИЗ ЗВЕРОБОЯ**

Гиперицины травы зверобоя относятся к классу природных конденсированных антрахинонов, имеющие в своем составе хромофорную группу атомов, благодаря чему могут широко применяться при лечении онкологических заболеваний методом фотодинамической терапии. Анализ, определение и выделение такого сложного класса соединений в зверобое возможно только с помощью ряда современных хроматографических методов.

Цель данной работы – идентификация, определение и выделение гиперацинов зверобоя с применением хроматографических методов анализа.

Из травы зверобоя получали гиперацинсодержащие этанольные экстракты, качественный состав которых определялся методом ТСХ. Идентификацию гиперацинов осуществляли под УФ-лампой со светофильтром с длиной волны 365 нм по ярко-красной флуоресценции и соответствующему показателю  $R_f$  [1].

Для получения гиперацинобогатенных фракций было проведено препаративное разделение экстракта зверобоя на сорбенте Diaion HP-20, используя в качестве элюирующей системы водно-этанольную смесь, а также смесь этанола с хлороформом.

В результате были получены фракция 1 (элюированная 80% этанолом) с содержанием в ней гиперацинов 0,34%, а также фракция 2 (элюированная смесью хлороформ: этанол) с содержанием – 0,13%. Количественное определение гиперацина осуществляли с помощью ВЭЖХ методом калибровочного графика, построенного по растворам стандартного образца гиперацина.

Таким образом, было произведено качественное и количественное определение гиперацинов методом ТСХ и ВЭЖХ соответственно, а также хроматографическое разделение экстракта зверобоя на сорбенте Diaion HP-20, которое дало возможность обогатить исходный экстракт более чем в 4 раза.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Китанов, Г. М. Фитохимическое изучение и анализ видов *Hypericum* L., произрастающих в Болгарии / Г. М. Китанов // Растительные ресурсы. – 1988. – Т. 241. – С. 114-121.

УДК 664

Е. Н. Трус, магистрант, Ю. Г. Климко, студ.,  
З. Е. Егорова, канд. техн. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕРИЛИЗАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ КОНСЕРВАХ**

В настоящее время высокими темпами развивается производство продуктов для детского питания, имеющих высокую биологическую ценность. Сбалансированность продуктов по аминокислотному составу достигается за счет добавления к овощной основе консервов продуктов животного происхождения.

Мясорастительные консервы богаты белковыми веществами. В процессе технологической переработки сырья происходят различные изменения питательных веществ, поэтому необходимо оптимизировать технологический процесс производства консервов для сохранения в них пищевой ценности, в частности белка.

В связи с этим, целью исследования в данной работе являлось определение белка в детских консервах с добавлением мяса при разных режимах термической обработки.

Объектом исследования были образцы консервов, изготовленные в лабораторных условиях, из пюре тыквы асептической обработки, мяса говяжьего, воды, крупы манной, молока сухого обезжиренного и масла из коровьего молока с массовой долей жира 72%. Образцы консервов подвергли обработке при температуре 121°C с выдержкой 10, 20, 30 и 40 минут.

Исследования по определению белка проводились двумя методами: расчетом в соответствии с [1] и определением фотометрическим методом по ГОСТ 25011. Расчетное (8,85 %) и опытное (9,12 %) значения содержания белка до термической обработки при температуре 121 °С различаются незначительно. С увеличением продолжительности процесса термической обработки содержание белка снижалось, что могло быть связано с протеолизом белковых молекул, а также с негерметичностью тары при термической обработке.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов: Кн. 1 Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева – 2-е изд, перераб. и доп. – М. : ВО «Агропромиздат», 1987. – 224 с.

УДК 636.0877

Е. Ф. Чернявская, асп., А. А. Дутко студ.,  
Н. А. Белясова, канд. биол. наук, доц.  
(БГТУ, г. Минск)

### **БАКТЕРИИ С ПРОБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ В СОСТАВЕ МИКРОБИОТЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЦЫПЛЯТ**

В настоящее время на птицефабриках широко распространены различные инфекционные заболевания, в частности сальмонеллез. Особенно опасно данное заболевание для цыплят и молодых кур, поскольку в большинстве случаев оно приводит к гибели птицы [1].

Для борьбы с заболеваниями чаще всего используют антибиотикотерапию. Однако широкое применение антибиотиков негативно сказывается на состоянии естественной микробиоты желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) цыплят. В отличие от антибиотиков, пробиотики обеспечивают заместительную терапию и профилактику заболеваний [2].

Целью исследования является выделение и анализ бактерий из помета цыплят для выявления потенциально пробиотических штаммов, на основе которых будет создан лечебный препарат для цыплят. Получен «пейзаж» микробиоты ЖКТ цыплят на питательных средах разного состава. Выделено в виде чистых культур 176 штаммов микроорганизмов, среди которых 6 штаммов представлены дрожжами, а 170 – бактериями. Лучшими пробиотическими бактериями являются молочнокислые [2]. Среди выделенных 176 штаммов, 75 оказались способными сквашивать молоко, что составляет 43% от общего количества выделенных штаммов, из них 28 штаммов обладают протеолитической активностью, а 5 – амилалитической. Значительный процент молочнокислых бактерий позволяет сделать вывод, что в составе микробиоты присутствует большое количество бактерий, обладающих пробиотическим потенциалом, а также о том, что в ЖКТ цыплят смолевичской птицефабрики развивается здоровая микробиота.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Иванова, А. Б. Фармакологическая коррекция продуктивности птицы с использованием пробиотиков / А. Б. Иванова, Г. А. Ноздрин // Сибир. вест-к сельхоз. науки 0370-8799. – 2008. – № 5. – С. 110-115

2 Ноздрин, Г. А. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве / Г. А. Ноздрин // Сб. науч. трудов. – Новосибирск, 2005. – 224 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	<i>Андрюхова М.В., Флейшер В.Л., Чернышева Т.В., Гордейко С.А.</i> Получение амидов фумаровой кислоты как химических добавок в технологии бумаги и картона.....	3
2	<i>Босак В.Н., Ермак И.Т., Ладик Б.Р.</i> Оценка условий труда – основа снижения уровня профессиональных рисков.....	4
3	<i>Гармаза А.К.</i> Обеспечение безопасности при разработке ветровально-буреломных лесосек.....	5
4	<i>Гордейко С. А. , Черная Н. В., Колесников В. Л., Жолнерович Н. В., Паримончик Е. С., Атрашкевич Е. Н.</i> Влияние состава макулатуры сборной на свойства бумажного листа.....	6
5	<i>Драпеза А.А., Черная Н.В., Жолнерович Н.В., Ещенко Л.С., Малицкая Л.С.</i> Применение композиционного наполнителя для получения полиграфического картона в условиях ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин».....	7
6	<i>Дубовик А.А., Горжанов В.В., Шкирандо Т.П., Пенкин А.А., Соловьева Т.В.</i> Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов в композиции бумаги для печати.....	8
7	<i>Дубоделова Е.В., Сычева Н.А., Хмызов И.А., Снопкова Т.А., Соловьёва Т.В.</i> Особенности технологии топливных пеллет из древесины лиственных пород.....	9
8	<i>Ермак И.Т., Ладик Б.Р., Босак В.Н.</i> Шумовое воздействие на работающих при производстве древесностружечных плит.....	10
9	<i>Жолнерович Н.В., Капуцкий Ф.Н., Черная Н.В., Шиман Д.И., Лесун Л.А., Касперович Я.В.</i> Применение модифицированных сополимеров стирола для упрочнения макулатурных видов бумаги.....	11
10	<i>Ладик Б.Р., Ермак И.Т.</i> К методике определения эквивалентного уровня звука при аттестации рабочего места вальщика на лесосечных работах.....	12
11	<i>Николайчик И.В., Жолнерович Н.В., Черная Н.В., Колесников В.Л.</i> Влияние состава и массоемкости элементарных слоев на свойства полиграфического картона.....	13

12	<i>Новиков А.О., Темрук В.И., Соловьева Т.В., Горжанов В.В., Дубовик А.А.</i> Исследование размазывающей способности и бумагообразующих свойств хлопковой целлюлозы.....	14
13	<i>Перетрухин В.В., Чернушевич Г.А.</i> Обеспечение радиационной безопасности работников ОАО «Ивацевичдрев» при использовании сырья из зон радиоактивного загрязнения.....	15
14	<i>Письменский П.И., Лука Ю.Г., Дубоделова Е. В., Соловьева Т.В.</i> Химическое активирование компонентов древесины осины в производстве термомеханической массы.....	16
15	<i>Радченко Ю.С.</i> Анализ риска эксплуатации объектов нефтепереработки.....	17
16	<i>Сорокин Н.А.</i> Об оценке факторов производственной среды при аттестации рабочих мест по условиям труда.....	18
17	<i>Терешко В.В., Астахова Т.А.</i> Радиационный фон в домах и его влияние на жизнедеятельность людей.....	19
18	<i>Флейшер В.Л., Андрюхова М.В.</i> Получение душистых веществ на основе ванилина и их применение в парфюмерно-косметической отрасли.....	20
19	<i>Чернушевич Г.А., Перетрухин В.В.</i> Прогностические аспекты оценки профессионального риска здоровья работающих (на примере ОАО «Ивацевичдрев»).....	21
20	<i>Чернышева Т.В., Андрюхова М.В., Шпак С.И., Флейшер В.Л.</i> Сравнительный анализ продуктов диспропорционирования канифоли с использованием катализаторов различной природы.....	22
21	<i>Шишаков Е. П., Шевчук М. О.</i> Ресурсосберегающая технология получения литейных смол.....	23
22	<i>Эмелло Г. Г., Бондаренко Ж. В.</i> Поверхностно-активные и коллоидно-химические свойства технических препаратов ПАВ.....	24
23	<i>Антоневич И.П.</i> Синтез некоторых производных 2-изоазолинил-карбоновых кислот как предшественников новых 1,2-диацетил-1-алкилгидразинов.....	25
24	<i>Антоневич И.П., Каток Я.М., Нестерова С.В.</i> Синтез метил 6-оксо-6-(2-(5-фенилизоксазолин-3-ил)циклопентил)гексаноата и метил 7-(2-(цикло-пент-4-ен[d]изоксазолин-3-ил)-5-оксоциклопентил)-гептаноата...	26



25	<i>Антоневич И.П., Каток Я.М., Нестерова С.В.</i> Синтез некоторых карбоксициклических аналогов бутенолидных ацетогенинов.....	27
26	<i>Аишаф-С-Шариф, Грушова Е. И.</i> Влияние активации первичной перегонки нефти на свойства остаточных нефтепродуктов.....	28
27	<i>Баулин И.С., Яценко В.В.</i> Термоформование композитных листов на основе АБС пластика с высоким глянцем поверхности.....	29
28	<i>Баулин И.С., Яценко В.В., Михалёнок С.Г., Ковальчук Т.А., Кузьменок Н.М., Нестерова С.В., Бутько Т.А.</i> Производные пирозола в качестве стабилизаторов термоокислительной деструкции полиэтилена.....	30
29	<i>Безбородов В.С., Лапаник В.И.</i> Жидкокристаллические соединения с отрицательной диэлектрической анизотропией.....	31
30	<i>Вишневский К.В., Шашок Ж.С.</i> Высокодисперсные углеродные добавки в рецептурах эластомерных композиций на основе каучуков общего назначения.....	32
31	<i>Журавлева М.В., Крутько Э.Т.</i> Синтез алкидного олигомера на основе ангидрида бицикло [2,2,2]-окт-5-ен-2,3-дикарбоновой кислоты.....	33
32	<i>Журавлева М.В., Крутько Э.Т., Левицкая М.Ю., Жарская Т.А.</i> Отверждение эпоксидиановых смол модифицированным отвердителем аминного типа.....	34
33	<i>Казакова А.С., Карманова О.В., Шутилин Ю.Ф., Касперович А.В.</i> Моделирование кинетики окисления полидиенов.....	35
34	<i>Карманова О.В., Шутилин Ю.Ф., Прокопчук Н.Р.</i> О термофлуктуационном описании химических реакций в полимерах.....	36
35	<i>Кордикова Е. И., Спиглазов А. В., Дубовик И.Н.</i> Структура и свойства композиционных материалов на основе стекловолоконистых отходов и термореактивного связующего.....	37
36	<i>Коробейников С. Е., Грушова Е. И., Фарафонов В.Н., Бахмутская Л. В.</i> Активность органических реагентов при флотации калийной руды в присутствии $MgCl_2$ .....	38
37	<i>Костюченко М.А., Ревяко М.М.</i> Исследование влияния комбинированных антипиренов «фосфор+триазин» на горючесть и эксплуатационные свойства экструзионных полиамидов.....	39

38	<i>Крутько Э.Т., Морев Ф.В.</i> Модифицирование эпоксидиановых смол полиизоцианатами.....	40
39	<i>Кузьменок Н.М., Ковальчук Т.А., Михалёнок С.Г.</i> Синтез диалкилбензиламмоний галогенидов в качестве компонентов антисептиков многоцелевого назначения....	41
40	<i>Лосик Е.С., Касперович О.М.</i> Разработка технологии высоконаполненных древесно-полимерных композитов...	42
41	<i>Любимов А. Г., Мануленко А. Ф.</i> Исследование влияния различных пигментов на физико-механические характеристики полипропилена.....	43
42	<i>Мануленко А.Ф., Любимов А.Г., Прокопчук Н.Р.</i> Регулирование свойств термопластов в процессе многократной переработки введением модификаторов и процессинговых добавок.....	44
43	<i>Михалёнок С.Г., Асадчий Н.Б.</i> Синтез метил-пирроло [3,2-е]индол-2-карбоксилата.....	45
44	<i>Мозгалёв В.В., Прокопчук Н.Р., Климов К.А., Медведев С.В.</i> Применение методов компьютерного моделирования поведения шин.....	46
45	<i>Молчанов В.И., Карманова О.В., Шутилин Ю.Ф., Шашок Ж.С.</i> Решение задачи кинетики вулканизации с использованием численных методов.....	47
46	<i>Петрушеня А. Ф., Ревяко М. М.</i> Применение модифицированных пленок при производстве древесно-полимерных слоистых материалов.....	48
47	<i>Полоник В.Д., Прокопчук Н.Р., Шашок Ж.С.</i> Стойкость к действию углеводородных сред эластомерных композиций, содержащих политерафторэтилен.....	49
48	<i>Прокопчук Н.Р., Кухта Т.Н.</i> Влияние климатических факторов на структуру и прочность полимерных пленок на основе полиэфирных порошковых красок.....	50
49	<i>Рожкова Е.И., Прокопчук Н.Р., Клюев А.Ю.</i> Исследование возможности использования модифицированной канифоли в модельных составах для точного литья.....	51
50	<i>Седых В.А., Щербаков В.Н., Проскурин Г.В., Усс Е.П.</i> Свойства термоусадочных пленок на основе ПВХ.....	52
51	<i>Стиглазов А.В., Кордикова Е.И., Черенкевич А.С.</i> Преимущества и перспективы применения метода пропитки под давлением стекловолокнистых материалов.....	53

52	<i>Тимошкина М.А., Юсевич А.И., Магучая Т.А., Магучий С.А.</i> Влияние добавок рапсового масла к сырью висбрекинга на свойства получаемого топочного мазута...	54
53	<i>Тимошкина М.А., Юсевич А.И., Шаграй А.Е., Князев С.Н.</i> Особенности термоллиза смеси нефтяного гудрона и рапсового масла в присутствии воды.....	55
54	<i>Шрубок А.О., Грушова Е.И.</i> Окисление гудрона в присутствии модифицированных добавок – компонентов каменноугольной смолы.....	56
55	<i>Шуляк И.В., Грушова Е.И.</i> Межмолекулярные взаимодействия в системе АПАВ-вода по данным молекулярно-динамического моделирования.....	57
56	<i>Аль-Хаммаш Н.М., Игнатенко А.В.</i> Антибиотикорезистентность микроорганизмов и методы ее обнаружения...	58
57	<i>Аль-Хаммаш Н.М., Игнатенко А.В.</i> Методы определения остаточных количеств антибиотиков и ингибирующих веществ в молоке.....	59
58	<i>Антоновская Л.И., Беясова Н.А., Заяц Н.И., Рокало И.П.</i> Разработка методики выполнения измерений «Количественная оценка степени бактериостойкости материалов с биоцидными добавками по отношению к сульфатредуцирующим бактериям».....	60
59	<i>Бут-Гусаим Р.И., Флюрик Е.А., Леонтьев В.Н.</i> Флавоноиды пустырника LEONURUS L.....	61
60	<i>Зинькова Т.Н., Ковганко В.Н.</i> Применение замещенных трифторацетофенонов в экстракционно-фотометрическом анализе бензоатов.....	62
61	<i>Коваленко Н.А., Сутиченко Г.Н., Стасевич О.В., Леонтьев В.Н.</i> Сравнительная характеристика экстрагентов гиперина из травы зверобоя продырявленного.....	63
62	<i>Медведев Д.А., Янковская В.Г., Леонтьев В.Н., Флейшер В.Л., Флюрик Е.А.</i> Технологические особенности применения компонентов растительного сырья для получения функциональных маргаринов.....	64
63	<i>Никитенко А.Н., Егорова З.Е., Верецако О.Г., Кужелев А.П., Свистун И.Г.</i> Изменение фенольных веществ яблок белорусской селекции в процессе хранения.....	65
64	<i>Подорожняя И.В., Ветохин С.С.</i> Анализ методов определения физико-химических свойств молочных продуктов...	66

65	<i>Савосько И.В. , Зинькова Т.Н.</i> Оптимизация условий определения фторидов с использованием ионселективного электрода «ЭКОМ-Ф».....	67
66	<i>Стасевич О.В., Леонтьев В.Н., Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н.</i> Применение хроматографических методов для анализа и выделения гиперицинов из зверобоя.....	68
67	<i>Трус Е.Н., Климко Ю.Г., Егорова З.Е.</i> Влияние температуры стерилизации на изменение содержания белка в мясорастительных консервах.....	69
68	<i>Чернявская Е.Ф., Дутко А.А., Беясова Н.А.</i> Бактерии с пробиотическими свойствами в составе микробиоты желудочно-кишечного тракта цыплят.....	70