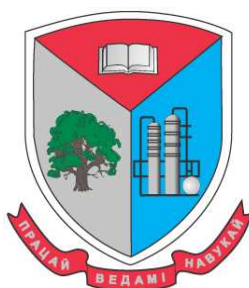


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»



ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

**Тезисы докладов 81-ой научно-технической конференции
профессорско-преподавательского состава, научных
сотрудников и аспирантов**

1-12 февраля 2017 года

Минск 2017

УДК 661.(06)(07.034.44)

Технология органических веществ : тезисы 81-ой науч.-технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–12 февраля 2017 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : БГТУ, 2017. – 124 с.

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, д-р техн. наук, профессор ВОЙТОВ И.В.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Селиверстова Т. С., Кушнер М. А.</i> Выделение и изучение экстрактивных веществ из коры ольхи.....	9
<i>Бондаренко Ж.В., Адамцевич Н.Ю., Бруцкая И.О.</i> Пенообразование в водных растворах смешанных систем поверхностно-активных веществ.....	10
<i>Бондаренко Ж.В., Флюрик Е.А., Канарская В.В.</i> Влияние экстракта голубики на свойства косметической эмульсии.....	11
<i>Конопелько Л.А., Богданович А.А., Болтовский В.С.</i> Перспективные направления переработки соломы сельскохозяйственных культур.....	12
<i>Квеско А.А., Флейшер В.Л.</i> Перспективные направления переработки живичного скипидара в Республике Беларусь.....	13
<i>Дубоделова Е. В., Письменский П. И., Мельникова Р. Я., Соловьева Т.В.</i> Термогидролитическое воздействие на древесину в условиях получения термомеханической массы.....	14
<i>Богданович А.А., Конопелько Л.А., Болтовский В.С.</i> Определение компонентного состава различных видов и сортов соломы сельскохозяйственных культур, районированных в Республике Беларусь.....	15
<i>Новосельская О. А., Хмызов И.А., Новиков А. О., Кашин А. Н., Соловьева Т. В.</i> Особенности проникновения красящих веществ в структуру печатных видов бумаги.....	16
<i>Макеенко А. А., Хмызов И. А.</i> Снижение удельного расхода карбамидоформальдегидных олигомеров в производстве древесных плит.....	17
<i>Андрюхова М. В., Флейшер В. Л.</i> Влияние содержания смоляных кислот на молекулярную массу полимера на основе янтарной кислоты, диэтилентриамина и аминоксидов смоляных кислот.....	18
<i>Николайчик И.В., Жолнерович Н.В., Черная Н.В., Воробьев А.Д.</i> Применение вспомогательных химикатов для удержания наполнителя в композиции бумаги.....	19
<i>Босак В. М., Сачыўка Т. У.</i> Забяспячэнне радыяцыйнай бяспекіў аграпрамысловым комплексе.....	20
<i>Сермакшьева Е. В., Домненкова А. В., Босак В. Н.</i> Особенности обеспечения радиационной безопасности в лесном хозяйстве.....	21
<i>Перетрухин В.В., Чернушевич Г.А., Босак В.Н., Гармаза А.К., Ермак И.Т.</i> Защитные мероприятия безопасности труда работников лесного комплекса Беларуси.....	22

<i>Ермак И.Т., Гармаза А.К., Босак В.Н., Чернушевич Г.А., Перетрухин В.В., Радченко Ю.С.</i> Поступление радионуклидов в растения и опасность их распространения при тушении лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения.....	23
<i>Игнатенко А.В.</i> Анализ безопасности осадков сточных вод....	24
<i>Ламоткин С.А., Ильина Г.Н.</i> Оценка показателей качества растительных масел в процессе хранения и термической обработке.....	25
<i>Скаковский Е. Д., Латышев Д. Н., Тычинская Л. Ю., Ламоткин С.А.</i> Анализ экстрактов лимона методом ЯМР.....	26
<i>Чернявская Е.Ф., Мониц Н.В., Белясова Н.А.</i> Разработка метода оценки воздействия антимикробных средств на биопленки.....	27
<i>Никитенко А.Н.</i> Исследование аминокислотного состава яблок, районированных в Республике Беларусь.....	28
<i>Шалимо Т.В., Калинин Е.Н.</i> Валидация методики количественного определения действующего вещества в лекарственном средстве Нилотиниб методом ВЭЖХ.....	29
<i>Сергиевич Д.С., Белясова Н.А.</i> Микробная активация низкосортных фосфоритов елью получения комплексных удобрений.....	30
<i>Манич Е.Д., Белясова Н.А.</i> Выделение деградирующих полилактиды микроорганизмов.....	31
<i>Гаврилькова Е. А., Додонова А. Ш., Ишмуратова М. Ю., Тлеукенова С. У.</i> Исследование жизнеспособности семян тимьяна бритого в зависимости от условий замораживания – оттаивания.....	32
<i>Мацкевич В. В., Филиппова Л. Н.</i> Особенности микрклонального размножения представителей рода <i>actinidia</i>	34
<i>Сивицкая Л.Н., Даниленко Н.Г., Вайханская Т.Г., Курушко Т.В., Шимкевич А.М., Давыденко О.Г.</i> Клинические случаи ламинопатий, вызванные мутациями в гене ламина а/с (Imna)	35
<i>Брушко Н.В., Феськова Е.В., Стасевич О.В., Кутузов М.Н.</i> Сверхкритическая флюидная экстракция феруловой кислоты из отходов переработки сахарной свеклы.....	37
<i>Мозгалев В.В.</i> Определение параметров вязкоупругой модели поведения резин.....	38
<i>Мозгалёв В.В.</i> Исследование реологических свойств резиновых смесей с целью изучения процесса формования шин.....	39

<i>Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р.</i> Синтез полипиромеллитимида, фрагментированного диангидридом бицикло/2,2,2/окт-7-ен-2,3,5,6-тетракарбоновой кислоты.....	41
<i>Крутько Э.Т., Грачек В.И.</i> Новый катализатор химической циклодегидратации растворимых полиимидов.....	43
<i>Крутько Э.Т., Логиш А.П.</i> Карбамидоформальдегидный олигомер, модифицированный реакционноспособным реагентом.....	44
<i>Любимов А.Г., Петрушеня А.Ф., Касперович О.М.</i> Получение и свойства нанокпозиционных материалов на основе полистирола.....	45
<i>Спиглазов А. В., Кордикова Е. И., Боброва В. В.</i> Анизотропия показателей свойств в изделиях аддитивного синтеза.....	47
<i>Спиглазов А. В., Кордикова Е. И., Баулин И. С., Боброва В. В.</i> Граничные условия при формовании составных изделий из термопластичных композиций	48
<i>Кордикова Е. И., Спиглазов А. В.</i> Формирование структуры стекловолоконистых наполнителей при уплотнении.....	49
<i>Кордикова Е.И., Спиглазов А.В., Карпович О.И., Кравченя Г.Н.</i> Направления переработки кожевенных отходов.....	50
<i>Карпович О.И., Калинин А.Н., Лаврецкий И.О.</i> Материалы на основе металлсодержащих полимерных отходов кабельной продукции.....	51
<i>Чой Кю Хон, Наркевич А.Л.</i> Технология получения изделий методом оплетки однонаправленно армированными лентами на основе термопластичных полимеров.....	52
<i>Ревяко М. М., Касперович О. М., Петрушеня А. Ф., Любимов А. Г., Ментуз А. Л.</i> Исследование свойств термопластичных полимерных смесей.....	54
<i>Перфильева С.А., Шашок Ж.С., Усс Е.П.</i> Ластоэластические свойства эластомерных композиций с различными типами смол.....	56
<i>Вишневский К. В., Шашок Ж. С., Баннов А. Г.</i> Влияние добавок терморасширенного графита на свойства эластомерных композиций.....	58
<i>Шутова А.Л., Прокопчук Н.Р., Сабадаха Е.Н., Потапчик А.Н.</i> Особенности защиты лакокрасочными материалами трубопроводов тепловых сетей.....	59
<i>Долинская Р.М., Бомбер О.В.</i> Подбор отвердителя для полиуретановых композиций на основе линейного полимера с концевой изоцианатной группой.....	61

<i>Долинская Р.М., Бомбер О.В.</i> Перспективность создания резинотехнических изделий на основе различных марок акрилатных каучуков.....	62
<i>Долинская Р.М., Прокопчук Н.Р.</i> Изучение совместимости композиции эластомер – регенерат – модификатор.....	64
<i>Шрубок А.О., Грушова Е.И.</i> Влияние природы катализатора на структурно-групповой состав асфальтенов – полимерной основы окисленного нефтебитума.....	66
<i>Аль-Разуки А.А., Абрашиди А. Р., Карпенко О. В., Грушова Е. И., Полешко А. В.</i> Интенсификация процессов жидкостной экстракции и экстрактивной кристаллизации в производстве базовых масел...	67
<i>Куис О.В., Грушова Е.И., Пахомчик А.С., Юсевич А.И., Дикуть М.В.</i> Модификация свойств дорожных вяжущих полимерными отходами.....	68
<i>Кузьменок Н.М., Безбородов В.С., Михалёнок С. Г.</i> Синтез дифильных соединений на основе четвертичных аммонийных солей типа «GEMINI».....	69
<i>Кузьменок Н.М., Безбородов В.С., Михалёнок С. Г. Орёл А.С., Зырянов В.Я.</i> Влияние пространственных факторов на комбинацию реагентов при кватернизации третичных аминов.....	70
<i>Орёл А.С., Безбородов В.С., Михалёнок С.Г., Кузьменок Н.М.</i> Подходы к алкилированию α,β -ненасыщенных кетонов.....	72
<i>Орёл А.С., Безбородов В.С., Михалёнок С.Г., Кузьменок Н.М.</i> Синтез хиральных кислот на основе этил-1-лактата для создания наноразмерных композитов.....	74
<i>Антоневич И.П., Каток Я.М., Нестерова С.В.</i> Синтез (z)-3-амино-1-(фенил)-3-(2-(4-фторбензоил)циклопентил)-проп-2-ен-1-она как фторсодержащего простаноида.....	75
<i>Мяделец В. В., Касперович А. В.</i> Релаксация напряжения в эластомерных композициях, содержащих модифицированный измельченный вулканизат.....	76
<i>Касперович О. М., Альховик М. В., Любимов А.Г.</i> Модификация термопластичного полиуретана для изготовления подошвы обуви.....	78
<i>Трифонова И.П., Муравьева Ю.А., Бурмистров В.А.</i> Инкорпорирование макрогетероциклов в полимерную матрицу как способ функционализации мембран.....	79
<i>Яковлева А. Е., Забелкин С.А., Грачев А.Н., Башкиров В.Н.</i> Влияние содержания жидких продуктов термической переработки древесины на прочность фенолформальдегидной смолы.....	80
<i>Кузьменок Н.М., Безбородов В.С., Михалёнок С. Г.</i>	

Кватернизация пиридина галоидными алкилами.....	81
<i>Орёл А.С., Безбородов В.С., Михалёнок С.Г., Кузьменок Н.М.</i> Ацилирование этил-1-лактата	
4,4'-дифенидикарбоновой кислотой.....	83
<i>Гужова С.В., Симонова Н.Н., Хакимуллин Ю.Н., Черезова Е.Н., Яруллин Р.С.</i> Миграция летучих	
органических соединений из резиновых пробок для	
укупорки инфузионных и инъекционных препаратов.....	84
<i>Абдрахманова Д.Е., Воробьева Н.А., Рахметуллова Р.К.</i>	
Синтез и свойства термочувствительных полимеров	
на основе <i>n</i> -изопропилакриламида.....	86
<i>Миннегалиев Р. Р., Вахитов И. И., Каримова А. Р., Панфилова О. А., Охотина Н. А., Вольфсон С. И.</i>	
Формирование структуры термопластичных вулканизатов	
в зависимости от способа переработки.....	88
<i>Федотов С.А., Хурматуллина С.М., Рахматуллина Э.Р., Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Хакимуллин Ю.Н.</i>	
Влияние условий переработки полипропилена на его	
структуру и свойства.....	90
<i>Шилов И.Б., Фомин С.В., Мансурова И. А., Бурков А.А.</i>	
Разработка смесевых пластификаторов.....	92
<i>Бутина Ю. В., Данилова Е. А., Малясова А. С.</i> Изучение	
кислотно-основных свойств макрогетероциклического	
соединения А _б bb-типа на основе 5-амино-2-додецил-	
3-имино-1,2,4-тиадиазолина.....	93
<i>Мансурова И. А., Бурков А.А., Шилов И.Б., Долгий Э.О., Савин А.А.</i>	
Релаксационные процессы в вулканизатах, модифицированных	
малослойными углеродными нанотрубками.....	95
<i>Билло Е.В., Сухаревская Е.С., Игнатова А.Ю., Папин А.В.</i>	
Увеличение октанового числа лёгких бензиновых фракций	
с помощью изомеризации.....	96
<i>Билло Е.В., Сухаревская Е.С., Турыгин А.К., Игнатова А.Ю., Папин А.В.</i> Биодизель как	
альтернативное топливо.....	98
<i>Билло Е.В., Чаусов Д.А., Игнатова А.Ю., Папин А.В.</i>	
«Сухая вода».....	100
<i>Бикбулатова Г.М., Башкиров В.Н., Забелкин С.А., Грачев А.Н.</i>	
Экологический аспект применения жидких	
продуктов быстрого абляционного пиролиза древесины	
в качестве компонента дорожного вяжущего.....	101
<i>Шилов И.Б., Седлова Н.Г., Фомин С.В., Козулин Д.А.</i>	

Влияние полиметилсилоксанов на свойства резиновых смесей и вулканизатов с кремнекислотными наполнителями.....	103
<i>Дубровина Т. Е., Кудаярова Т. В., Данилова Е. А., Петрова Л. С., Одинцова О.И.</i> 1 <i>n</i> -Алкилированные 1,2,4-триазолы, иммобилизованные на текстильном носителе – эффективные антибактериальные аппликаторы.....	104
<i>Файзуллин А. З., Файзуллин И. З., Вольфсон С. И.</i> Исследование влияния минеральных наполнителей на свойства древесно-полимерных композиций на основе полипропилена.....	106
<i>Комарова Е.В., Болотов В.М., Воробьева А.Р.</i> Исследование гидрофилизированных каротиноидных пигментов методом ИКС.....	108
<i>Карманова О.В., Шутилин Ю.Ф., Москалев А.С.</i> Водонабухающие эластомерные материалы строительного назначения.....	110
<i>Карманова О.В., Борисовская Е.М., Кобызева Д.А.</i> Влияние кратности переработки на структуру и свойства ПММА.....	111
<i>Седых В.А., Карманова О.В., Королева Е.В.</i> Выбор агента межфазного сочетания при наполнении БНК.....	113
<i>Коваленко Н. А., Супиченко Г.Н., Ахрамович Т.И., Шутова А.Г., Леонтьев В.Н.</i> Изучение компонентного состава и антибактериальной активности эфирных масел многоколосника золотистого.....	115
<i>Пуховская С. Г., Иванова Ю. Б., Ерзунов Д. А., Семейкин А.С.</i> Спектрофотометрическое исследование кислотных и комплексообразующих свойств 5,15-динитро-10,20-дифенил-2,8,12,18-тетраметил-3,7,13,17-тетраэтилпорфина в ацетонитриле.....	116
<i>Каурбеков Ж.К., Мылтыкбаева Ж.К., Сейсембекова А.Б.</i> Исследования физико - химических свойств золы ТЭЦ РК.....	117
<i>Pochtenny A. E., Luhn V. G., Volobuev V. S., Shikanov S. S.</i> The role of the adsorbed oxygen at the conductivity of indium oxide films.....	120
<i>Билло Е.В., Сухаревская Е.С., Игнатова А.Ю. Папин А.В.</i> Присадки для повышения качества топлива.....	122

УДК 547:66.061.3:633.878.44

Т. С. Селиверстова, доц., канд. хим. наук;

М. А. Кушнер, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КОРЫ ОЛЬХИ

Древесная кора в больших количествах скапливается на предприятиях деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, и её отходы достигают 15% от перерабатываемой древесины. Как известно, основная масса древесной коры сжигается или вывозится в отвалы, хотя, как показывают исследования, такая утилизация крайне нерентабельна. Невысока и рентабельность сжигания коры, т. к. высокая её влажность обуславливает низкую теплоту сгорания. Кроме того, образующиеся продукты сгорания и несгоревшие частицы оказывают негативное влияние на окружающую среду. Поэтому на большинстве предприятий, особенно средней мощности, не имеющих возможности утилизировать кору, скапливаются залежи отходов, захламляющих территорию, загрязняющих водоемы и представляющих высокую пожарную опасность.

По своему химическому составу кора хвойных и лиственных пород деревьев представляет собой ценный и практически неисчерпаемый источник сырья для получения многих продуктов, востребованных фармацевтической, косметической, пищевой и другими отраслями производства.

В лесном фонде Беларуси черноольховые леса занимают 694,5 тыс. га, что составляет 8,6% от лесопокрытой площади. В силу того, что древесина ольхи черной является ценным сырьем для выработки фанеры, древостои этой породы интенсивно вырубались, начиная со второй половины XIX века.

Традиционные способы экстракционной переработки некоторых видов коры позволяют получить только ограниченный набор целевых продуктов, в основном представленных дубильными веществами.

Между тем актуальным направлением исследований в создании новых подходов к утилизации древесной коры является проблема выделения более широкого спектра ценных экстрактивных веществ с перспективой расширения ассортимента выделяемых биологически активных, красящих и прочих ценных продуктов.

Нами предложена и опробована схема последовательной экстракции коры ольхи. В результате выделены и охарактеризованы спектральными методами пектиновые вещества, антоцианидиновые красители, пентациклические тритерпеноиды ряда лупана и другие вещества.

Ж.В. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.;
Н.Ю. Адамцевич, студ.; И.О. Бруцкая, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ПЕНООБРАЗОВАНИЕ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СМЕШАННЫХ СИСТЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Основу гигиенических моющих средств составляют анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ), т.к. они обладают высокой пенообразующей способностью и хорошим моющим действием. В качестве дополнительных ПАВ используют неионогенные (НПАВ) и амфотерные, которые усиливают моющее действие АПАВ, снижают их негативное влияние на кожу, увеличивают вязкость растворов и др. Свойства растворов смеси ПАВ зависят как от их природы, так и от общего и относительного содержания в системе. Целью работы явилось изучение пенообразования в водных растворах, содержащих одновременно НПАВ и АПАВ. Исследованию подвергали водные растворы лауретсульфата натрия (АПАВ, ASCO 24-2/70) с диэтаноламидами жирных кислот кокосового масла (НПАВ, RokamidKAD) в соотношении 1:3 и 1:5; концентрацию ПАВ варьировали в интервале 0,05–15,00 г/л. Исследования проводили на приборе Росс-Майлса.

Установлено, что при соотношении НПАВ и АПАВ 1:3 с увеличением концентрации ПАВ от 0,05 до 10,00 г/л пенное число увеличивается от 55 до 270 мм, а при дальнейшем повышении концентрации ПАВ имеет тенденцию к снижению. Для соотношения 1:5 максимальное значение пенного числа получено при концентрации 2,5 г/л, а при дальнейшем увеличении количества ПАВ в растворе до 15,0 г/л показатель снижается от 220 до 150 мм. Установлена зависимость между плотностью пены и пенообразующей способностью растворов ПАВ: чем ниже плотность пены, тем выше высота образуемого столба пены. Устойчивость пен растет с увеличением концентрации смеси ПАВ в растворе от 0,05 до 0,25 г/л, а далее незначительно снижается. Все пены, полученные из водных растворов смешанных систем ПАВ, являются высокостабильными (устойчивость 90,6–98,2%).

На основании экспериментальных данных можно сделать вывод, что растворы смешанных систем НПАВ и АПАВ в соотношении 1:3 обладают более высокой пенообразующей способностью и при концентрации 0,25 г/л и выше по пенному числу и устойчивости пен соответствуют требованиям, предъявляемым к гигиеническим моющим средствам.

Ж.В. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.;
 Е.А. Флюрик, канд. биол. наук, доц.;
 В.В. Канарская, студ.
 (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА ГОЛУБИКИ НА СВОЙСТВА КОСМЕТИЧЕСКОЙ ЭМУЛЬСИИ

Среди активных компонентов косметических средств важную роль играют экстракты растений, содержащие комплекс природных биологически активных веществ. Свойства растительных экстрактов определяются их составом, который зависит, как от используемого сырья, так и от экстрагента. Важными компонентами в составе косметических эмульсий являются и ненасыщенные жирные кислоты, основным источником которых являются растительные масла.

Цель работы заключалась в исследовании влияния количества экстракта голубики высокорослой (сорт «Блюкроп» и «Рубель») на свойства эмульсии, содержащей рапсовое масло. Эмульсия содержала самоэмульгирующую основу липодерм 4/1, рапсовое масло, глицерин и воду. Образцы эмульсии получали способом «горячий/горячий», экстракт вводили после охлаждения эмульсии до 40–45°C и осуществляли дополнительное диспергирование.

Исследования показали, что введение экстракта голубики привело к изменению физико-химических показателей эмульсии.

Таблица – Физико-химические показатели эмульсии

Наименование показателя	Контрольный образец	Количество экстракта голубики, г/ 50 г эмульсии					
		«Брюкроп»			«Рубель»		
		1	3	5	1	3	5
Значение рН	5,98	6,05	6,10	6,19	6,03	6,12	6,20
Кислотное число, мг КОН/г	2,73	2,60	2,58	2,51	2,55	2,51	2,40
Перекисное число, моль ½ О/кг	3,40	4,81	7,57	8,76	3,85	5,77	7,14

В рамках изученных параметров экстракты не повлияли на коллоидную стабильность эмульсии (центрифугирование 5 мин, 6000 мин⁻¹), но привели к изменению ее цвета: она приобрела розовый оттенок, который усиливался с увеличением количества экстракта и больше проявился для голубики сорта «Блюкроп».

Различие физико-химических и органолептических показателей образцов эмульсии связано с качественным и количественным составом водно-спиртовых экстрактов голубики и требует дополнительного исследования. Также представляет интерес изучение влияния экстракта голубики на устойчивость эмульсии к окислению.

УДК 66.094

Л.А. Конопелько, магистрант; А.А. Богданович магистрант;
В.С. Болтовский, д-р техн. наук, проф.
(г. Минск, БГТУ)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СОЛОМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Наибольшие посевные площади злаковых культур, районированных в Республике Беларусь, занимают пшеница (737 тыс. га), тритикале (513 тыс. га), ячмень (507 тыс. га), рожь (252 тыс. га). Основной масличной культурой, выращиваемой в Беларуси, является рапс, посевные площади под который за последние 10 лет увеличились более чем в 4 раза (с 101,6 до 452,6 тыс. га) [1].

В структуре урожая сельскохозяйственных растений значительную часть составляют отходы. Если принять долю зерна за 1, то наземная часть (кроме зерна) составляет 1,3–1,8 [2]. Т.о., в Республике Беларусь ежегодно образуется более 8 млн. т соломы зерновых культур, более 1 млн. т рапсовой соломы.

Растительные целлюлозосодержащие отходы сельского хозяйства могут быть использованы в агропромышленном комплексе в качестве удобрения, сырья для компостирования, постилки для скота; для получения топливных пеллет и брикетов, а также в строительстве и других областях [3].

Перспективным направлением промышленной переработки растительных отходов сельскохозяйственного производства являются химическая и микробиологическая конверсия полисахаридных компонентов (целлюлозы и гемицеллюлоз) с целью получения фурфурола, ксилита, этанола и белоксодержащих кормовых добавок [4, 5].

Установлен компонентный состав образцов соломы различных культур. По результатам поисковых исследований предложена целесообразная схема глубокой переработки биополимерных компонентов соломы (см. рисунок).

Большое количество пентозанов обуславливает возможность использования соломы различных культур для получения фурфурола и ксилита кислотным гидролизом, а высокое суммарное содержание углеводов и сравнительно невысокое относительное содержание лигнина – для осуществления биоконверсии с получением обогащенных белком кормовых добавок (РУБК).

А.А. Квеско, магистрант;
В.Л. Флейшер, канд. техн. наук, доц.
(БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВИЧНОГО СКИПИДАРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Одним из направлений переработки скипидара является получение жидких и твердых политерпеновых смол. Жидкие политерпеновые смолы применяются в качестве замазливателя для стекловолокна, в составах для жирования изделий из натуральной кожи, как добавки в пленкообразующих композициях. Твердые политерпеновые смолы используются в качестве термопластичных адгезионных добавок при производстве клеев чувствительных к давлению. Следующим направлением переработки скипидара является кислотно-каталитическое взаимодействие монотерпеноидов, входящих в его состав, с водой, спиртами и органическими кислотами. В зависимости от вариаций условий реакции изомеризации α -пинена можно осуществлять процесс в направлении получения того или иного целевого продукта, например камфен, который используется в качестве промежуточного продукта в синтезе камфары. Жидкофазное окисление α -пинена является достаточно актуальным и проблемным направлением в настоящее время. Образование большого количества побочных продуктов, неполной конверсии α -пинена, и небольшого выхода терпеновых спиртов, приводит к тому, что данное направление привлекает большое внимание исследователей, а также приводит к проблеме нахождения оптимальных условий реакции для получения ценных терпеновых спиртов. Реакция гидратации и окисления α -пинена лежит в основе получения смеси монотерпеновых спиртов, которая обладает эффективными флотатирующими свойствами и используется для флотации руд цветных металлов, а продукт с содержанием спиртов не менее 95% (сосновое масло) применяется также в составе лакокрасочных композиций.

В настоящее время актуальным направлением переработки скипидара в Республике Беларусь является производство флотомасла «Сосновое масло», представляющего собой смесь терпеновых спиртов, которое может применяться на обогатительных комбинатах. Актуальность направления заключается в используемые флотореагенты являются импортными и закупаются в больших объемах, в то время как производство флотомасла можно с успехом наладить и в нашей стране, поэтому задача настоящих исследований – разработать практические рекомендации и режимы технологического процесса получения флотореагента «Сосновое масло» на основе живичного скипидара.

Е. В. Дубоделова, ст. преп., канд. техн. наук;
П. И. Письменский, доц., канд. техн. наук;
Р. Я. Мельникова, ст. науч. сотр., канд. техн. наук;
Т.В. Соловьева, проф., докт. техн. наук
(БГТУ, БНТУ г. Минск)

ТЕРМОГИДРОЛИТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ДРЕВЕСИНУ В УСЛОВИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ

Стадия термогидролитического воздействия на древесную щепу является эффективным приемом для снижения энергоемкости размола и повышения качества термомеханической массы (ТММ). Исследования показали, что в производстве ТММ может быть использована не только традиционно применяемая для ее получения древесина ели (*P. abies* Karst), но и лиственные породы, районированные на территории Республики Беларусь, в том числе осина (*Populus tremulae* L.) и ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn).

Методами комплексного термического, рентгенофазового, гель-хроматографического анализов, ИК-спектроскопии и спектрофотометрии установлено, что в процессе термогидролитического воздействия в условиях получения ТММ протекают сложные физико-химические процессы, основными из которых являются гидролитическая деструкция и редкая сшивка макромолекул древесины. Первоначально аморфный лигноуглеводный комплекс, входящий в состав древесной клеточной стенки, претерпевает гидролитическую деструкцию под действием повышенной температуры от 160 до 170°C и насыщенного пара. При этом, в основном, имеет место разрушение химических связей между гемицеллюлозами и лигнином. В дальнейшем лигнин древесины испытывает такие конкурирующие превращения, как гидролитическая деструкция низкомолекулярных фрагментов и редкая сшивка его макромолекул. Для гемицеллюлоз с небольшой молекулярной массой, сконцентрированных в срединной пластинке и первичной оболочке клеточной стенки древесины наблюдаются такие превращения как гидролитическое отщепление боковых ответвлений и концевых фрагментов макромолекул глюкоуроноксилана, частичное деацетилирование и деметоксилирование гемицеллюлоз. Использование сульфата натрия при пропаривании щепы усиливает процессы протекающие компонентами как хвойной, так и лиственной древесины в процессе гидротермической обработки, что положительно отражается на качестве получаемой ТММ.

УДК 66.094

А.А. Богданович, магистрант; Л.А. Конопелько, магистрант;
В.С. Болтовский, д-р техн. наук, проф.
(г. Минск, БГТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И СОРТОВ СОЛОМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, РАЙОНИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Возрастающий интерес к использованию растительной биомассы обуславливает поиск оптимальных методов её переработки. Образующиеся вторичные ресурсы растительных отходов агропромышленного комплекса могут служить сырьем для промышленной переработки.

Основные компоненты, входящие в состав растительной биомассы, являются ценным сырьем для получения востребованных конкурентоспособных веществ и продуктов.

Результаты определения компонентного состава соломы различных видов и сортов культур, районированных в Республике Беларусь, представлены в таблице.

Таблица – Компонентный состав различных видов и сортов соломы

Наименование показателя	Содержание, % от массы абсолютно сухой соломы						
	пшеничная		тритикале	ячменная		рапсовая	
	озимая	яровая		озимая	яровая	озимая	яровая
Зольность	3,6	3,1	5,5	6,6	5,1	6,7	4,5
Целлюлоза	40,9	37,2	37,6	44,4	38,8	33,7	32,8
Пентозаны	21,8	21,6	12,9	24,2	20,1	25,4	25,9
Полисахариды:	57,6	56,6	54,0	57,4	63,1	60,3	58,5
–легкогидролизуемые	25,5	25,4	17,0	24,2	28,3	28,5	29,9
–трудногидролизуемые	32,1	31,2	37,0	33,2	34,8	31,8	28,6
Лигнин	24,43	17,8	19,2	19,3	19,0	17,4	22,5

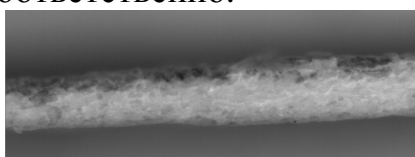
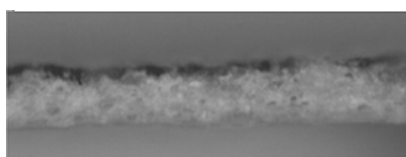
Как видно из таблицы, суммарное содержание полисахаридов в соломе (54,0–63,1%) позволяет использовать ее в качестве сырья для гидролитической и микробиологической переработки.

Разработка новых процессов глубокой комплексной переработки растительных отходов сельскохозяйственного производства с целью получения наукоемких импортозамещающих видов продукции (кормового белка, этилового спирта, фурфурола, ксилита и других) является актуальной задачей.

О. А. Новосельская^{*}, ст. преп., канд. техн. наук;
 И. А. Хмызов^{*}, доц., канд. техн. наук;
 А. О. Новиков^{**}, нач. бумажного производства;
 А. Н. Кашин^{**}, зам. гл. инженера,
 Т. В. Соловьева^{*}, проф., д-р техн. наук,
 (*БГТУ, г. Минск, **УП «Бумажная фабрика» Гознака, г. Борисов)

ОСОБЕННОСТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ СТРУКТУРЕ ПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ

Печатные виды бумаги должны быть с одной стороны механически прочными, а с другой стороны – обеспечивать высокие печатные свойства для получения высококачественного изображения. При изучении свойств печатных видов бумаги особое внимание уделяют особенностям взаимодействия красящих веществ с поверхностью бумажного листа. В этой связи наиболее важным представляется изучение срезов бумаги в z-направлении и анализ глубины проникновения красящих веществ в толщу листа. На рисунке 1 *а*, *б* показаны поперечные срезы бумаги, не прокрашенной в массе, и прокрашенной в массе соответственно.

*а**б*

а – бумага, неокрашенная в массе; *б* – бумага, окрашенная в массе

Рисунок 1 – Распределение краски в z-направлении

Анализ показывает, что пигмент распределяется неоднородно по толщине в зависимости от количества краски, наносимой на поверхность бумаги. Причем с увеличением количества краски глубина ее проникновения увеличивается. Для бумаги, не окрашенной в массе, характерно проникновение пигмента и его частичное удержание волокнами целлюлозы и частицами наполнителя. Крашение в массе приводит к равномерному распределению красителя по всей толщине бумаги. Дополнительное нанесение краски на поверхность позволяет получить несколько более глубокое проникновение краски вглубь листа (разница в яркости пикселей составляет ~10%), что можно объяснить физическим взаимодействием частиц красителя и пигмента во внутренних слоях бумаги, т. е. частицы красителя создают каналы, по которым пигмент краски проникает во внутренние слои бумажного листа и осаждается на этих частицах.

А. А. Макеенко, магистрант;
И. А. Хмызов, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

СНИЖЕНИЕ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Повышение качества продукции и снижение себестоимости – это актуальные вопросы в производстве древесных плит. Повышение качества возможно путём модификации карбамидоформальдегидных смол, которые, в свою очередь, составляют значительную часть себестоимости продукции. В качестве реакционноспособных добавок целесообразно использовать высокоэффективные, нетоксичные, клеящие вещества, содержащие белки. Целью в работе было изучение влияния таких добавок на прочностные свойства, водостойкость и эмиссию формальдегида плит, а также на возможность снижения удельного расхода карбамидоформальдегидных олигомеров.

Проведены следующие испытания модифицированной композиции связующего: определение липкости, вязкости и времени отверждения. Также было оценено влияние введения белоксодержащих добавок в карбамидоформальдегидную смолу на физико-механические показатели древесных плит. В результате проведения исследований разработан способ снижения расхода карбамидоформальдегидной смолы при производстве древесных плит на 10%.

Показано, что использование добавок увеличивает липкость связующего, а следовательно и транспортную прочность сформированных ковров из древесных частиц. Определен оптимальный расход отвердителя, обеспечивающий требуемое время отверждения модифицированной клеевой композиции – 1,5%. Сокращение расхода смолы значительно ухудшает показатели, однако добавление белоксодержащих веществ позволяет получить результаты соответствующие контрольным. Также было установлено, что плиты с добавкой обладают меньшей деформацией, т.е. допустима более высокая нагрузка на изгиб.

Таким образом, установлено, что добавки в композиции позволяют повысить прочность и водостойкость плит, либо сократить на 10% расход связующего без ущерба для физико-механических показателей. Целесообразность применения белоксодержащих добавок объясняется их невысокой стоимостью и высокой эффективностью.

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ
НА МОЛЕКУЛЯРНУЮ МАССУ ПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ
ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ, ДИЭТИЛЕНТРИАМИНА
И АМИНОАМИДОВ СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ**

Продукты на основе дикарбоновой кислоты, полиэтиленполиамина и аминоксидов смоляных кислот канифоли перспективны как упрочняющие и гидрофобизирующие агенты в технологии бумаги и картона. По разработанной нами методике, основанной на равновесной поликонденсации в расплаве, был синтезирован ряд полимеров на основе янтарной кислоты (ЯК) и диэтилентриамина (ДЭТА), модифицированных аминоксидами смоляных кислот талловой канифоли (ТК), отличающихся соотношением исходных компонентов. Процесс является двухстадийным: первая стадия – получение аминоксидов смоляных кислот ТК реакцией конденсации; вторая стадия – равновесная поликонденсация ЯК, ДЭТА и аминоксидов смоляных кислот.

Вискозиметрический метод определения молекулярной массы (ММ) полимеров (с помощью вискозиметра стеклянного капиллярного ВПЖ-2 с внутренним диаметром капилляра 0,56 мм при температуре 25 °С) позволяет оценить влияние содержания смоляных кислот в реакционной массе на изменение ММ полученных нами полимеров по значениям характеристической вязкости их водных растворов, т. к. согласно уравнению Марка–Куна–Хаувинка характеристическая вязкость равна: $[\eta] = K \cdot M^a$. Величину характеристической вязкости определяли по графику зависимости $\eta_{уд} / C$ от концентрации раствора (С) полимера.

Таблица - Условия синтеза полимеров и значения характеристической вязкости их водных растворов

Соотношение ДЭТА : ЯК : ТК, моль	Продолжительность реакции, ч		Температура реакции, °С		[η], см ³ /г
	1 стадия	2 стадия	1 стадия	2 стадия	
1,2 : 1,2 : 0,1	4,0	3,0	190	160–190	0,25
1,0 : 1,0 : 0,1	4,0	3,0	190	150–195	0,32
0,8 : 0,8 : 0,1	4,0	4,0	190	160–195	0,15
0,6 : 0,6 : 0,1	4,0	4,0	190	160–190	0,15
0,4 : 0,4 : 0,1	4,0	3,5	190	160–195	0,20

При соотношении ТК : ДЭТА = 0,1 : (1,2–0,4) ММ полимеров уменьшается, что связано со сложностью протекания процесса поликонденсации.

УДК 676.044:676.222

Ассист. Николайчик И.В.; доц. Жолнерович, Н.В.;
зав. кафедрой Черная Н.В.; магистрант Воробьев А.Д.
(г. Минск, БГТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХИМИКАТОВ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ В КОМПОЗИЦИИ БУМАГИ

Современные предприятия стремятся к повышению конкурентоспособности своей продукции, улучшению ее качества, а также к удешевлению выпускаемых видов бумаги. Использование минеральных наполнителей позволяет заменить часть дорогостоящего волокнистого сырья, повысить белизну, а также улучшить печатные свойства бумаги. Применение бинарной системы вспомогательных химических веществ позволяет снизить потери наполнителя на сеточном столе бумагоделательной машины за счет повышения степени его удержания в структуре бумажного полотна. Эффективность применения этой системы зависит от вида используемого волокнистого сырья. Для достижения поставленной цели были получены и испытаны образцы бумаги из различных волокнистых полуфабрикатов, отличающихся содержанием в их композиции наполнителя и бинарной системы вспомогательных химических веществ.

Подготовка бумажной массы включала последовательную дозировку суспензии наполнителя и бинарной системы вспомогательных химических веществ состоящей из двух компонентов: первый компонент – высококатионный низкомолекулярный синтетический органический полимер РС9290, второй компонент – высокомолекулярный катионный полиакриламид РС9350. Содержание первого компонента составляло 0,05% от а.с.в., содержание второго компонента варьировалось в диапазоне от 0 до 0,075% от а.с.в. Содержание наполнителя варьировалось от 0 до 70 кг/т. Установлено, что наилучшим эффектом при взаимодействии с бинарной системой вспомогательных химических веществ обладает термомеханическая масса.

Разработан способ удержания наполнителя в композиции газетной бумаги, обеспечивающий образование микрофлокул и способствующий повышению содержания наполнителя. Расход первого компонента бинарной системы составил 0,05% от а.с.в., второго – также 0,05% от а.с.в. Расход суспензии наполнителя составил 70 кг/т. Применение бинарной системы вспомогательных химических веществ в композиции бумажной массы позволяет повысить степень удержания наполнителя до 79,2%, содержание наполнителя до 4,5% и разрывную длину до 2,7 км.

УДК 539.16(476)

В. М. Босак, д-р с.-г. навук, прафесар (БДТУ, г. Мінск);
Т. У. Сачыўка, дац., канд. с.-г. навук, (БДСГА, г. Горкі)

ЗАБЯСПЯЧЭННЕ РАДЫЯЦЫЙНАЙ БЯСПЕКІ Ў АГРАПРАМЫСЛОВЫМ КОМПЛЕКСЕ

У сувязі з аварыяй на Чарнобыльскай АЭС існуе праблема зніжэння ўнутранага апраменьвання праз ужыванне забруджаных радыёнуклідамі прадуктаў харчавання расліннага і жывёльнага паходжання.

Першапачатковай крыніцай атрымання сыравіны для вытворчасці прадуктаў харчавання і кармоў для жывёлы з'яўляецца глеба.

Шляхі паступлення радыёнуклідаў у арганізм чалавека можна ўявіць у выглядзе агульных схем (біялагічных ланцужкоў):

- 1) глеба → расліны → чалавек;
- 2) глеба → расліны → жывёлы → чалавек.

У звязе «глеба → расліны» асноўныя мерапрыемствы па зніжэнню паступлення радыёнулідаў у прадукцыю: а) аптымізацыя аграхімічных паказчыкаў глебы (выкарыстанне калійных угнаенняў, вапнаванне глебы, абмежаванне доз азотных угнаенняў, прымяненне мікраэлементаў); б) падбор культур, якія найменш назапашваюць радыёнукліды.

У звязе «расліны → чалавек» сніжэнне паступлення радыёнуклідаў забяспечаюць: радыяцыйны кантроль прадукцыі; ужыванне тых прадуктаў, якія здольны менш назапашваць радыёнукліды; першасная перапрацоўка прадукцыі перад спажываннем; прамысловая перапрацоўка прадукцыі раслінаводства.

У звязе «расліны → жывёлы» зніжэнне паступлення радыёнуклідаў забяспечвае выкарыстанне кармоў, якія адпавядаюць РДУ у залежнасці ад віда жывёл і іх мэтавага прызначэння, а таксама вырошчванне кармавых культур на глебах з абмежаванай шчыльнасцю забруджвання Cs^{137} і Sr^{90} .

У звязе «жывёлы → чалавек» да асноўных ахоўных мерапрыемстваў адносяць: спецыяльны рэжым кармлення; выкарыстанне мінеральных дабавак, вітамінаў і ферацын-утрымліваючых прэпаратаў; радыяцыйны кантроль прадукцыі; выбар мясных прадуктаў з найменшым назапашваннем радыёнуклідаў; першасная перапрацоўка прадукцыі жывёлагадоўлі і яе перапрацоўка ў хатніх умовах; прамысловая перапрацоўка малака і мяса, спецыяльная ачыстка малака.

УДК 539.16 (476)

Е. В. Сермакшева (Беллесозащита, г. Минск)

А. В. Домненкова, доц., канд. с.-х. наук, (БГТУ, г. Минск)

В. Н. Босак, д-р с.-х. наук, проф. (БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Катастрофа на Чернобыльской АЭС вызвала необходимость обеспечить комплекс мероприятий по радиационной безопасности, в т. ч. в лесном хозяйстве Республики Беларусь, где радиоактивному загрязнению подверглось около 23% лесных угодий.

На территории радиоактивного загрязнения была создана особая система ведения лесного хозяйства, направленная на усиление экологической роли леса, охрану лесов от пожаров, экономически эффективное проведение лесохозяйственных мероприятий и непрерывное использование лесных ресурсов при условии получения нормативно чистой лесной продукции и соблюдения установленного предела годовой дозы облучения.

Правовое регулирование в области радиационной безопасности в Республике Беларусь осуществляется в соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 января 1998 г. № 122-З «О радиационной безопасности населения»; Законом Республики Беларусь от 26 мая 2012 г. № 385-З «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС»; Санитарными нормами и правилами «Требования к радиационной безопасности» и Гигиенического норматива «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213 и др.

Осуществляется контроль радиоактивного загрязнения лесного фонда службой радиационного контроля в составе 40 структурных подразделений, аккредитованных в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь. Подразделения радиационного контроля обеспечены современными радиометрическими приборами и оборудованием, средствами хранения и обработки данных, нормативными правовыми актами. Обеспечена поставка нормативно чистой лесной продукции потребителю. Партии древесины, заготовленной на территориях в зонах радиоактивного загрязнения и произведенной из нее продукции, пищевой продукции леса сопровождаются документами подтверждающими их радиационную безопасность – соответствие требованиям РДУ/ЛХ-2001, РДУ-99, РДУ/ЛТС-2004.

УДК544.54:674.8

В.В. Перетрухин, доц., канд. техн. наук; Г.А. Чернушевич, ст. преп.;
В.Н. Босак, д-р с.-х. наук, проф.;
А.К. Гармаза, доц., канд. техн. наук;
И.Т. Ермак, доц., канд. биол. наук,
(БГТУ, г. Минск)

ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА РАБОТНИКОВ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ

Проблема радиоактивного загрязнения лесных экосистем не потеряла актуальности по истечении 30 лет после аварийных выбросов на Чернобыльской АЭС в 1986 г. До настоящего времени, несмотря на процессы физического распада цезия-137 и стронция-90, загрязнение этими радионуклидами древесины и пищевой продукции леса в загрязненных регионах Беларуси за последние годы уменьшается крайне медленно. Использование радиоактивно загрязненной древесины целесообразно при условии, если при этом будет обеспечиваться получение продукции соответствующей требованиям безопасности.

Это стало возможным благодаря разработке комплекса защитных мероприятий обеспечивающих охрану труда работающих.

Защитные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности работающих включают шесть групп:

1) *организационно-технические* – организация системы радиационного контроля земель лесного фонда, мониторинг радиационной обстановки в лесном фонде;

2) *технологические защитные мероприятия* включают малолюдные технологии, механизация работ, охрана лесов от пожаров;

3) *ограничительные мероприятия* включают нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах, ограничение доступа населения в загрязненные леса для снижения дозовых нагрузок;

4) *информационные мероприятия* включают постоянное информирование населения о радиационной обстановке в лесном фонде;

5) *социально-экономические* мероприятия включают охрану труда, производственную санитариию;

6) *предупредительные защитные* мероприятия включают зонирование территорий вокруг АЭС и радиационно-опасных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Критерии оценки радиационного воздействия: гигиенический норматив от 28.12.2012 № 213. Введ. 01.01.2013. Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2012. – 232 с.

И.Т. Ермак, доц., канд. биол. наук;
А.К. Гармаза, доц., канд. техн. наук;
В.Н. Босак, д-р с-х. наук, проф.;
Г.А. Чернушевич, ст. преп.;
В.В. Перетрухин, доц., канд. техн. наук;
Ю.С. Радченко, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯ И ОПАСНОСТЬ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЗОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В результате аварии на Чернобыльской АЭС свыше 20% лесного фонда Беларуси подверглись загрязнению радиоактивными веществами [1].

Цезий-137, попадая на наружные части деревьев – хвою, листья и кору, в течение короткого периода времени переходит в древесину. Часть радионуклидов попадает в древесину при корневом поступлении из почвы [2].

Во время лесного пожара радиоактивные частицы цезия-137 и стронция-90 из листьев, хвои, коры, древесины, верхнего напочвенного покрова переходят в аэрозольное состояние и поднимаются вверх. Распространение воздушных масс, насыщенных радионуклидами на малых высотах способствуют вторичному радиоактивному загрязнению территорий.

Опасность лесных пожаров для людей связана не только с прямым действием огня и высокой температуры, но и большой вероятностью отравления из-за сильного понижения кислорода в атмосферном воздухе, резкого повышения концентрации угарного газа и увеличенном радиационном фоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Гомель: Институт радиологии, 2009. – 52 с.
2. Переволоцкая, Т.В. Радиационное лесоводство: основы лесной радиоэкологии: практ. рук-во для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / Т.В. Переволоцкая. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – 45 с.

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Безопасность осадков сточных вод (ОСВ) является одним из ключевых требований их использования в качестве удобрений в сельском хозяйстве, в лесоводстве и для рекультивации земель. Химическая безопасность ОСВ определяется содержанием широкого класса неорганических, органических и биоорганических веществ. Среди них присутствуют тяжелые металлы, антисептики и дезинфицирующие вещества, производные полиароматических углеводородов, пестициды, фармацевтические препараты, токсины и другие ксено- и антибиотики, способные нарушать жизнеспособность настоящего или будущего поколения живых организмов и оказывать на них ингибирующее, токсичное, мутагенное, канцерогенное или тератогенное действие.

Анализ общего содержания и уровня токсичности осадков сточных вод представляет актуальную и сложную задачу. Существует два основных подхода, к определению токсичности анализируемых объектов: физико-химический и биологический.

К основным недостаткам физико-химического подхода относятся высокая стоимость анализа, отсутствие сведений о ПДК для многих веществ и невозможность проконтролировать безопасность всех чужеродных веществ и их комбинаций.

Биологический подход, лишен этих недостатков и основан на воздействии токсичных веществ на биоструктуры и их функции или на жизнедеятельность тест-культур живых организмов. Он используется для скрининга общей загрязненности среды опасными веществами и оценки уровня их токсичности.

Биотестирование один из эффективных методов, используемых для оценки токсичности сточных вод, однако, он еще недостаточно широко применяется на практике для анализа безопасности осадков сточных вод. Одной из основных проблем биотестирования ОСВ является их пробоподготовка. Токсичные вещества могут находиться в ОСВ в свободном и связанном состояниях, что оказывает существенное влияние на их безопасность для живых организмов.

В работе предложена схема селективного разделения токсичных веществ в ОСВ и выделения их различных форм для последующей оценки химической безопасности ОСВ методами биотестирования и физико-химического анализа.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Окисление жиров, кинетика данных процессов, а также анализ образующихся продуктов является весьма актуальным направлением в пищевой химии и химии жиров. Окислительные процессы, протекающие в масложировых продуктах, приводят к активизации свободнорадикального окисления и так называемому синдрому перекисидации, лежащему в основе порчи продукции и являющимся причиной многих заболеваний. Исследование окислительных процессов напрямую связано с определением путей их минимизации, условий хранения, установления сроков годности и разработке новых видов масложировой продукции.

Целью настоящей работы являлось исследование термостабильности растительных масел, а также стабильности масел в процессе длительного хранения. В качестве объектов исследования были выбраны растительные масла используемые для производства масложировой продукции на предприятиях Республики Беларусь: кукурузное, рапсовое, хлопковое, льняное, рыжиковое, конопляное.

Образцы растительных масел помещали в пробирки, половина образцов продувалась азотом и герметизировались, а другая оставалась открытой для доступа воздуха. Стабильность растительных масел в процессе длительного хранения оценивалась путем определения кислотного, перекисного и анидинового чисел с периодичностью один месяц. Термической обработке масла подвергались при температуре 180°C в течении 10 часов, в атмосфере воздуха и в атмосфере газообразного азота, чтобы исключить окисление под действием кислорода воздуха. Пробы для определения показателей качества отбирали каждые 2 часа. Определение жирнокислотного состава в растительных маслах проводили методом ГЖХ, с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 100 м и цианопропилфенилполисилоксаном в качестве неподвижной фазы.

В результате эксперимента было установлено, что в атмосфере азота окисление идет в основном за счет кислорода растворенного в маслах и скорость термодеструкции и деструкции в процессе хранения значительно ниже, чем в присутствии кислорода воздуха.

Е. Д. Скаковский, доц., канд. хим. наук;
Д. Н. Латышевич, мл. науч. сотр.; Л. Ю. Тычинская, канд. хим. наук
(ИФОХ НАН Беларуси, г. Минск);

С.А. Ламоткин, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

АНАЛИЗ ЭКСТРАКТОВ ЛИМОНА МЕТОДОМ ЯМР

Лимон (*CitruslimonL.*) – небольшое вечнозеленое дерево, плоды которого широко используются из-за широкого спектра полезных свойств для человека. Они содержат органические кислоты, сахара, минеральные вещества и витамины. Из цедры плодов и листьев лимона извлекают эфирное масло, которое широко применяется в медицине и косметологии. Лимонный сок богат витамином С, цитрином и органическим калием, благотворно влияющим на жизнедеятельность сердечно-сосудистой системы и почек. Находят применение и косточки лимона.

Существует обширная информация о компонентном составе плодов лимона, полученная преимущественно методом хроматографии. Однако отсутствуют данные по комплексному сравнительному анализу экстрактов плодов и листьев этого растения.

Цель данного исследования – сравнительный анализ хлороформных, водных и спиртовых экстрактов цедры, семян, листьев лимона и его сока методом ЯМР.

Объект исследования – плод лимона и его листья (страна происхождения – Греция, о. Закинф). Экстракцию осуществляли непосредственно дейтерированными растворителями при комнатной температуре в течение 24 часов. Сок лимона, полученный прямой выжимкой, анализировали с добавлением D₂O (~30%). Спектры ЯМР зарегистрированы на спектрометре AVANCE-500 (Bruker) с рабочими частотами 500 и 126 МГц для ядер ¹H и ¹³C, соответственно, при температуре 293 К. Определение химических сдвигов проводили с использованием сигналов растворителя или его изотопомеров. Количественные измерения осуществляли на основании интегральных интенсивностей линий.

Установлено, что лимонный сок является водным раствором лимонной кислоты и сахаров (глюкозы, фруктозы и сахарозы). Хлороформный экстракт цедры содержит смесь терпеновых углеводов с преобладанием лимонена. Водный и метанольный – смесь сахаров, лимонной кислоты и небольшого количества аминокислот. В хлороформном экстракте семян обнаружены триацилглицериды с большим содержанием ненасыщенных жирных кислот (олеиновой, линолевой и α-линоленовой), а в водном и метанольном – сахара и аминокислоты. Главным компонентом хлороформных экстрактов листьев являются парафины, а водных и метанольных – сахара и аминокислоты. Измерено количественное содержание компонентов в экстрактах.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТИМИКРОБНЫХ СРЕДСТВ НА БИОПЛЕНКИ

Изучение биопленок вызывает огромный интерес исследователей, прежде всего из-за способности патогенных бактерий преодолевать в составе биопленок антимикробное действие лечебных препаратов из-за повышенной устойчивости клеток к токсикантам. Большинство методов определения антимикробных свойств новых биоцидных препаратов основано на регистрации снижения численности жизнеспособных микроорганизмов, однако учесть количество клеток в составе биопленок напрямую не представляется возможным или связано с существенными погрешностями.

На первом этапе в качестве основы разрабатываемого подхода использовался известный оптико-редуктазный метод, основанный на способности бактерий восстанавливать метиленовый синий в неокрашенное соединение. Однако применение этого метода ограничено обратимостью восстановления метиленового синего в присутствии кислорода. Это обстоятельство делает данный подход неприемлемым для регистрации редуктазной активности бактерий. На следующем этапе вместо метиленового синего в экспериментах по определению взаимосвязи между числом жизнеспособных клеток и их редуктазной активностью использовали метод анализа с солью тетразолия, основанный на восстановлении редокс индикатора ТТС (2,3,5-трифенил-2Н-тетразолия хлорид) до окрашенного формазана.

В эксперименте по выявлению зависимости количества образованного формазана от метаболической активности в культуральных жидкостях с разной концентрацией жизнеспособных клеток *B.subtilis* 168 установлено, что оптическая плотность спиртового раствора формазана после инкубирования с микробной суспензией пропорциональна количеству метаболически активных микробных клеток. На следующем этапе для установления взаимосвязи между концентрацией антимикробного вещества (BDP) и оптической плотностью окрашенного формазаном раствора к разбавленной культуре клеток *B. subtilis* 168 приливали растворы ТТС и BDP в разных концентрациях. По результатам эксперимента можно сделать вывод, что чем ниже концентрация антимикробного агента, тем больше образуется формазана и, соответственно, тем больше жизнеспособных клеток в культуральной жидкости. Это подтверждает, что существует связь между концентрацией формазана и количеством жизнеспособных клеток. Следовательно, данный метод может быть применим для оценки воздействия антимикробных веществ на биопленки.

А.Н. Никитенко, канд. техн. наук, ст. преп.,
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЯБЛОК, РАЙОНИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Состав аминокислот помимо биологической активности, влияет на формирование органолептических характеристик продукции, поэтому актуальным является изучение аминокислотного состава яблок, районированных в Республике Беларусь, поскольку они являются важным сырьем для производства ряда промышленно важных продуктов.

Поэтому, цель данной работы – оценить состав аминокислот яблок, районированных в Республике Беларусь, с целью прогнозирования их участия в формировании вкусо-ароматических свойств продукции. Объектами исследования были яблоки свежие в съёмной степени зрелости десяти сортов (Лучезарное, Антоновка обыкновенная, Минское, Алеся, Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Вербное, Весялина, Имант), собранные с опытных участков Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Определение аминокислотного состава яблок проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе Agilent 1200. Выделение аминокислот из исследуемых образцов осуществляли гидролизом при температуре не ниже 110 С.

Согласно полученных данных среднее содержание белка в яблоках составило $0,20 \pm 0,08\%$. Максимальное суммарное количество аминокислот было обнаружено в яблоках сорта Алеся (279 мг/100г) и Банановое (264 мг/100г), минимальное – в Белорусском малиновом (108 мг/100г) и Имант (117 мг/100г). Доминирующими незаменимыми аминокислотами были: лейцин (на его долю приходилось от 20,7 до 27,0% от общего содержания незаменимых аминокислот), фенилаланин (23,1–29,2 %) и изолейцин (21,3–30,5%). Аминокислотами, лимитирующими биологическую ценность белка изученных сортов яблок, были валин и лизин.

Исходя из полученных результатов, можно высказать предположение, что более интенсивное потемнение продуктов переработки будет при использовании яблок сортов Антоновка обыкновенная, Алеся и Банановое.

УДК 547.9:796.071.2

Т.В. Шалимо, магистрант; Е.Н.Калиниченко, член-корр., д.х.н.
(ГНУ Институт биоорганической химии НАН Беларуси)

**ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА
В ЛЕКАРСТВЕННОМ СРЕДСТВЕ НИЛОТИНИБ
МЕТОДОМ ВЭЖХ**

Нилотиниб гидрохлорид моногидрат является селективным ингибитором тирозинкиназы, одобренным к применению в лечении хронического миелоидного лейкоза. В частности, нилотиниб используют для лечения пациентов, обладающих непереносимостью или резистентностью к предшествующей терапии. Данный препарат является одним из представителей нового класса таргетных цитостатиков, избирательно воздействующих на клетки, имеющие те или иные характерные для опухолей генетические дефекты. Количественное содержание действующего вещества – один из важнейших показателей качества лекарственного средства. Поскольку нилотиниб обладает рядом побочных эффектов, характерных для противоопухолевых препаратов, задача точного определения его количественного содержания является особенно актуальной. На базе ИБОХ НАН Беларуси была разработана методика количественного определения нилотиниба в капсулах.

Целью данного исследования является валидация методики количественного определения действующего вещества в лекарственном средстве Нилотиниб методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Валидация проводилась на лекарственном средстве Нилотиниб производства НПЦ «ХимФармСинтез» ИБОХ НАН Беларуси. Определение действующего вещества выполнялось на жидкостном хроматографе ShimadzuProminenceLC-20 с диодноматричным УФ-детектором. Для проведения испытания использовалась колонка, заполненная силикагелем октадецилсилильным эндкепированным. Подвижная фаза представляла собой смесь фосфатного буфера и ацетонитрила 55:45 (об/об). Хроматографирование проводилось в изократическом режиме со скоростью потока 1,0 мл/мин, объем вводимой пробы – 10 мкл. Пробоподготовка включала в себя приготовление растворов испытуемого образца и стандартного образца в метаноле с концентрацией нилотиниба 0,1 мг/мл. При проведении валидации методики были определены следующие валидационные характеристики и показатели точности: специфичность, линейность и прецизионность. Все полученные параметры были проанализированы на соответствие критериям приемлемости. На основании полученных данных был сделан вывод о том, что все критерии приемлемости выполняются и методика может быть использована для количественного определения действующего вещества.

МИКРОБНАЯ АКТИВАЦИЯ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВ ЕЛЮ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

Важнейшим фактором, обуславливающим высокие урожаи сельскохозяйственных культур, является плодородие почв, которое напрямую зависит от количества доступных растениям макро- и микроэлементов.

Особое место среди всех элементов занимает фосфор, так как он влияет на степень усвоения растениями других элементов, недостаток его в почве может привести к снижению урожайности и развитию многочисленных болезней растений.

Известно, что микробные сообщества являются ключевым звеном, определяющим качество почвы из-за их участия в процессах разложения органических веществ и минералов. Так среди почвенных микроорганизмов известно большое количество бактерий и грибов, способных высвободить фосфат из его труднорастворимых соединений, содержащихся в почве. Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется возможности устранения дефицита биогенных и макроэлементов в почве путем стимуляции деятельности почвенных микроорганизмов.

Целью данного исследования является изучение влияния различных биогенных элементов, входящих в состав комплексных удобрений, на активность мобилизации фосфатов почвенными микроорганизмами из низкосортных фосфоритов.

В ходе проведенных экспериментов нами выделены почвенные микроорганизмы, способные осуществлять мобилизацию фосфата из низкосортных фосфоритов.

С помощью спектрофотометрического метода доказано, что изолированные бактерии штамма *ВП.6* отличаются высокой скоростью мобилизации фосфата. Благодаря способности расти на дешевых средах, содержащих в качестве источника углерода и энергии КМЦ, высокой скорости роста и образованию пигментированных колоний, он отобран в качестве тест-организма для постановки многофакторного эксперимента.

По результатам которого установлено наличие влияния количества вносимых низкосортных фосфоритов на активность тест-организма, при этом наблюдается следующая зависимость: снижение навески низкосортных фосфоритов влечет за собой стимуляцию фосфатмобилизующей активности тест-организма.

ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПОЛИЛАКТИДЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

В институте химии новых материалов (ИХНМ) разрабатывают новые полимеры с необычными свойствами. В частности - модифицированные полилактиды (PLA) с управляемым сроком биodeградации. Для сокращения срока используются композиции, включающие биоразлагаемые наполнители природного происхождения, в том числе отходы и продукты лесного и сельского хозяйства, деревоперерабатывающих производств Республики Беларусь, например древесные опилки и мука, живица, канифоль, листья, льняная костра, солома, лузга подсолнечника. С другой стороны, производные полигуанидина, введенные в полилактиды могут выступать в качестве ингибиторов роста микроорганизмов на поверхности матриц и включенных органических наполнителей растительного происхождения.

Целью исследования являлось выделение из окружающей среды бактерий-деструкторов PLA, которых планируется использовать в качестве модельных систем для определения сроков биodeградации модифицированных полилактидов. Для достижения цели использовались 3 подхода: биообрастание пленок в лабораторных условиях, биообрастание пленок в естественных условиях, проточное культивирование в среде с PLA в качестве единственного источника углерода и энергии.

В течение года выделили 79 бактериальных штаммов, способных расти в присутствии PLA, как единственного источника углерода. Большинство ферментов, выделяемых деградирующими полилактиды микроорганизмами, являются протеазами. Это обстоятельство позволило сузить круг изолятов после тестирования их способности разжижать желатин. Обнаружено, что 46 штаммов (58%) выделяют протеиназы. Способность расти в присутствии полилактидов и разжижать желатин является лишь косвенным свидетельством того, что изоляты деградируют данные полимеры. Для доказательства этой способности, а также для дифференцировки изолятов по степени деградирующей активности использовали подход, основанный на формировании прозрачных зон в местах утилизации PLA на плотной среде с PLA-эмульсией.

В итоге из 46 способных к разжижению желатина бактериальных изолятов отобраны 5 штаммов (11%), для которых доказана способность деградировать полилактиды.

Е. А. Гаврилькова, ст. преп., магистр биологии;
 А. Ш. Додонова, доц., канд. биол. наук;
 М. Ю. Ишмуратова, проф., канд. биол. наук;
 С. У. Тлеукенова, доц., канд. биол. наук.
 (КарГУ им. академика Е.А. Букетова, г. Караганда)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СЕМЯН ТИМЬЯНА БРИТОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЗАМОРАЖИВАНИЯ - ОТТАИВАНИЯ

В настоящее время перспективным методом хранения семенного материала эндемиков является криоконсервация, что теоретически позволяет сохранять жизнеспособность семян и целостность генома неограниченное время. Объектом исследования являлся семенной материал *Thymus rasiatus* – тимьяна бритого из сем. *Lamiaceae* – Яснотковые, эндемик Центрального Казахстана. Обитает по низкогорьям, трещинам скал, на выходах гранитов, каменистых осыпях.

Семена подвергались быстрому замораживанию в жидком азоте (-196°C). Заморозка материала проводилась в пластиковых пробирках "Nunc", тканевой таре, конвертах из фольги. Были использованы 2 режима оттаивания: быстрое – на водяной бане, медленное - при комнатной температуре [1]. Исследование всхожести и энергии прорастания семян осуществляли по методическим указаниям М.С. Зориной и С.П. Кабанова [2].

При проведении экспериментов была установлена контрольная всхожесть семян тимьяна бритого с 9 месячным сроком хранения в 29,3±0,9%, а энергия прорастания –23±1,0%, свежесобранные семена не проросли. Лучшие показатели всхожести и энергии прорастания после криоконсервации продемонстрировали семена, замораживаемые в конвертах из фольги – 11,3% и 19,2% соответственно. По сравнению с исходными показателями процент всхожести семян ниже на 10,1%, но, тем не менее, семена сохранили жизнеспособность (табл. 1).

Таблица 1 – Криогенное хранение семян *Thymus rasiatus* в различных тарах

Тара	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	23±1,0	29,3±0,9
Конверты из фольги	11,3±0,9	19,2±1,0
Пластиковые пробирки	8,3±0,7	13,4±0,8
Тканевая	7,0±1,1	10,0±1,0

Быстрый способ оттаивания для семян тимьяна бритого является лучшим вариантом при использовании пластиковых пробирок – 24,7%. Оттаивание на воздухе оптимально при использовании ткане-

вой тары и конвертов из фольги, всхожесть составляет от 10% до 19,2% (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние режима оттаивания на прорастание семенного материала *Thymusrasitatus*, замораживаемого в различных тарах

Показатели прорастания, %	Конверты из фольги		Пластиковые про-бирки		Тканевая тара	
	медленное	быстрое	медленное	быстрое	медленное	быстрое
Энергия	11,3±0,9	6±0,9	8,3±0,7	20,7±0,5	7±1,1	-
Всхожесть	19,2±1,0	13±1,0	13,4±0,8	24,7±0,8	10±1,0	-

Так как показатели всхожести и энергии прорастания семян тимьяна бритого после криоконсервации оказались ниже контрольных показателей, было проведено замораживание с использованием криопротектора (глицерин) в пластиковой таре (табл. 3), что увеличило их жизнеспособность на 10,7%.

Таблица 3 – Показатели прорастания семенного материала *Thymusrasitatus* после криоконсервации с криопротектором

Режим заморозки	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	медленное оттаивание	быстрое оттаивание	медленное оттаивание	быстрое оттаивание
Без криопротектора	8,3±0,7	20,7±0,5	13,4±0,8	24,7±0,8
Глицерин	38±0,5	13,9±1,0	40±0,7	15,8±0,6

Установлено, что для семян *Thymusrasitatus* наилучшими условиями хранения в жидком азоте является применение пластиковой тары с криопротектором, медленного размораживания при комнатной температуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нестерова, С.В. Криоконсервация семян дикорастущих растений Приморского края / С.В Нестерова. Дис. канд. биол. Н. Владивосток, 2004.
2. Зорина, М.С. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов / М.С Зорина, С.П. Кабанов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. Алма-Ата: Наука, 1976.

В. В. Мацкевич, доц., канд. с.-х. наук;
Л. Н. Филиппова, доц., канд. с.-х. наук;
(БНАУ, г. Белая Церковь, Украина)

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ACTINIDIA*

Важное место среди перспективных для внедрения в практику садоводства культур занимают растения рода *Actinidia Lindl.* Среди факторов, сдерживающих широкое внедрение актинидии в садоводство, существенная нехватка сортового посадочного материала. Сейчас в мировой практике при размножении растений широко применяют методы микрклонального размножения (далее МКР). Нами проведены исследования по разработке элементов промышленной технологии микрклонального размножения актинидии видов *A. arguta* (сорты Оригинальная, Scarlet september), *A. chinensis* (женские формы № 1, № 2 и мужская форма), *A. deliciosa* (сорты Hayward и Atlas). При введении в асептическую культуру изучена эффективность применения питательных сред, эксплантов, различных по месту изоляции, сроков изоляции эксплантов, применения антиоксидантов и регуляторов роста, а также исследовано влияние видовых и сортовых особенностей. В качестве гормонов применяли синтетические аналоги производства «Sigma-aldrich»: цитокинин – бензиламинопурина и ауксин – индолилмасляная кислота.

Экспериментальную работу выполнено в лаборатории МКР ООО НПО Прайм-Агро. Для получения асептической культуры первичных эксплантов установлено, что верхушечные экспланты по сравнению с медиальными в условиях успешной деконтаминации и применения мер борьбы с самоотравлением фенолопроизводными веществами быстро регенерировали растения *in vitro*. Отмечено влияние сроков изоляции эксплантов на регенерационные способности пробирочных растений. Особенно интенсивное фенолообразование при первом отборе было у эксплантов *A. chinensis* апикального происхождения. Для преодоления явления самоотравления изолированные экспланты погружали в антиоксидантный раствор (первые 60 мин – аскорбиновая кислота 200 мг/л + цистеин 5 мг/л следующие 60 мин 10 г/л поливинилпирролидон).

Установлена высокая зависимость показателя деконтаминирования эксплантов от способа стерилизации, биологические особенности различных видов и сортов влияли на деконтаминирование в меньшей степени. Среди исследуемых способов самая высокая эффективность освобождения от контаминантов была при обработке растений

гипохлоритомнатрия и добавлении в питательную среду с первого культивирования биоцида РРМ. На этапе мультипликации установлена самая высокая эффективность от применения модифицированной нами среды Мурасиге и Скуга. Для ризогенеза целесообразно применять среду Куарина и Лепувра с половинным содержанием минеральных элементов и добавлением ауксина ИМК.

На этапе постсептической адаптации проводились исследования субстратов перлита, торфа, а также их смесей в разных соотношениях. Установлена высокая эффективность в качестве субстрата смеси перлит + торф (25%:75%). Для поддержания влажности исследовано: спанбонд нетканые материалы (плотность 30 г/м²) и полиэтиленовая пленка. Полиэтиленовая пленка обеспечивала 100% влажность и приживаемость 73,7%. Совмещение покрытия пленкой и обработки биоприлипателем Липосам (производитель ПП «БТУ-Центр», г. Ладыжин) увеличивало приживаемость растений до 94,2 %.

УДК 577.21:575.174.015.3

Л.Н. Сивицкая¹, Н.Г. Даниленко¹, Т.Г. Вайханская², Т.В. Курушко²,
А.М. Шимкевич^{1,3}, О.Г. Давыденко¹

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, г. Минск

²Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск

³Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ ЛАМИНОПАТИЙ, ВЫЗВАННЫЕ МУТАЦИЯМИ В ГЕНЕ ЛАМИНА А/С (LMNA)

Ген LMNA кодирует белки ядерной ламины (ламин А и С), которая определяет прочность ядерной оболочки, организацию ядерных пор, защищает хроматин от физических повреждений, вовлечена в контроль репликации ДНК и экспрессии генов. Мутации в данном гене проявляются, как минимум, 10 разными клинически тяжелыми фенотипами – ламинопатиями.

В данной работе представлены три случая ламинопатий в Беларуси, связанные с носительством мутаций в гене LMNA: дилатационной кардиомиопатии 1А (ДКМП), конечностно-поясной мышечной дистрофии 1В (КПМД1В) и мышечной дистрофии Эймери-Дрейфуса типа 2 (ЭДМД2). Диагнозы были установлены у трех неродственных пациентов по результатам комплексного клинического исследования (ЭКГ, ЭхоКГ, ядерно-магнитный резонанс, вирусологический ПЦР скрининг, коронарная ангиография, нейромышечные и лабораторные

исследования). Поиск мутаций в экзонах гена LMNA был осуществлен методом прямого секвенирования на ДНК образцах пациентов.

У 27-летней женщины первично была обнаружена патология сердца: обмороки, полная АВ-блокада, расширение левых отделов сердца. Проявления КПМД1В обнаружены в возрасте 30 лет. Прогрессирующая слабость и боли в скелетных мышцах, гипотрофия мышц нижних конечностей развивались одновременно с симптомами СН. У пациентки выявлена мутация с.1558Т>С (Trp520Arg), приводящая к замене консервативного аминокислотного остатка в иммуноглобулин-подобном домене ламина. Она изменяет внутримолекулярные силы и приводит к нарушению фолдинга этого домена.

У пациента с диагнозом ЭДМД2 признаки слабости в мышцах верхних и нижних конечностей появились в 5-летнем возрасте и усиливались с возрастом. К 30-ти годам у него развились множественные сухожильные контрактуры и выраженный тетрапарез. До момента манифестации сердечной патологии (в 40 лет) пациенту был выставлен диагноз миодистрофии Дюшенна. Молекулярно-генетический анализ гена LMNA позволил верифицировать диагноз ЭДМД2. Пациент является гетерозиготным носителем мутации с.1583С>G (Thr528Arg) в Ig-домене ламина.

У пациентки 23-х лет первые симптомы ДКМП1А (частое сердцебиение, атриовентрикулярная (АВ) блокада 1–2 ст.) предшествовали развитию дилатационного фенотипа и сердечной недостаточности. Фибрилляция предсердий с полной АВ-блокадой и обмороки появились на стадии дилатации всех камер сердца. У пациентки выявлена гетерозиготная мутация с.569G>С (Arg190Pro), приходящаяся на α-спиральный rod-домен ламина А/С. Этот домен необходим для димеризации и дальнейшей сборки белка в единую сеть. Замена р.R190P нарушает регулярную структуру домена и препятствует правильной сборке ядерной ламина.

Исследование родственников пациентов определило возникновение мутаций *de novo* во всех трех случаях. Анализ родословных выявил связь мутаций с появлением в семьях заболевания, ранее нехарактерного для их членов.

Н.В. Брушко, магистрант;
 Е.В. Феськова, ст. науч. сотр., канд. техн. наук;
 О.В. Стасевич, доц., канд. хим. наук;
 (БГТУ, г. Минск)
 М.Н. Кутузов, ст. преп.
 (УО «Череповецкий государственный университет»)

СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ ФЛЮИДНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ФЕРУЛОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Сверхкритическая флюидная экстракция (СФЭ) феруловой кислоты (ФК) из растительного сырья представляет большой интерес в связи с некоторыми преимуществами перед методами жидкостной экстракции, а именно: высокая селективность, низкие временные затраты, проведение процесса в автоматическом режиме.

В связи с этим, целью работы является проведение СФЭ феруловой кислоты из отходов переработки сахарной свеклы, а также последующий сравнительный анализ полученных экстрактов с используемым ранее методом жидкостной экстракции (базовый метод).

Для сравнительной характеристики метода СФЭ и базового метода, на кафедре биологии УО «Череповецкий государственный университет» (РФ), была проведена апробация метода СФЭ для выделения ФК из свекловичного жома в различных условиях: флюид CO_2 + 5 %-ый этанол (сырье/со-растворитель = 1/13,5); температура 46°C ; давление: 165-170 атм. и 350 атм., скорость потока $24 \text{ см}^3/\text{мин}$. Также, СФЭ проводили с предварительным гидролизом исходного сырья и без него. Условия гидролиза соответствовали базовому методу экстракции [1]. После проведения СФЭ экстракт собирали из приемника и анализировали методом ВЭЖХ. Также количественной оценке ФК подвергали оставшуюся жидкую фазу в реакторе (таблица 1).

Таблица 1 – Количественные характеристики СФЭ феруловой кислоты

Давление при СФЭ и место сбора экстракта	Содержание ФК в экстракте, масс %	
	без гидролиза сырья	с гидролизом сырья
165-170 атм., приемник	ФК не обнаружена	13,002
165-170 атм., реактор		0,054
350 атм., приемник		8,460
350 атм., реактор		0,046

Из таблицы 1 видно, что СФЭ следует проводить с использованием предварительного гидролиза исходного сырья. Для сравнительной характеристики жидкостной и сверхкритической флюидной экстракции

было определено общее количество выделенной ФК в приемнике, так как жидкая фракция в реакторе имеет следовые количества феруловой кислоты (таблица 2). ФК, оставшаяся в сырье после СФЭ была выделена в соответствии с базовым методом.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика СФЭ и базового метода

Используемый метод	Базовый	СФЭ			
		без гидролиза	остаток в сырье	с гидролизом	остаток в сырье
Критерий оценки					
выход ФК по отношению к сухому сырью, масс %	0,266	ФК не обнаружено	0,209	0,004	0,049

Из таблицы 2 видно, что применение СФЭ требует проведения предварительного гидролиза сырья. При этом, выход ФК при использовании СФЭ уменьшился в 66,5 раз.

Таким образом, установлено, что СФЭ феруловой кислоты из свекловичного жома является неэффективной по сравнению с жидкостной экстракцией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Брушко, Н.В. Экстракционные способы выделения феруловой кислоты из отходов переработки сахарной свеклы / Н.В. Брушко, О.В. Стасевич, Е.В. Феськова. // Сборник статей международной научно-практической конференции «Химия и жизнь», Новосибирск, 12 мая 2016 г. – Новосибирск, Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2016. – С. 203–205.

УДК 678.742

В.В. Мозгалёв, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, Минск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЯЗКОУПРУГОЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ РЕЗИН

Исследования показали, что при решении термомеханических задач в пакете LS-DYNA, наилучшая сходимость натуральных и виртуальных испытаний при деформации резин до 50% наблюдается при использовании вязкоупругой математической модели.

Целесообразность использования менее или более сложной модели определяется характером и величиной деформирования резины, поскольку предъявляемые требования должны быть минимальными и достаточными. Упругие и вязкие свойства материала могут быть охарактеризованы соответствующими физико-механическими показателями (равновесный и неравновесный модули упругости, сдвига, ко-

эффицент Пуассона), а также кривыми релаксации. В некоторых случаях, при учете температурных полей в шине, также необходимо учитывать температурные зависимости физико-механических показателей.

Исходными данными для выполнения работ являлись образцы резин различной рецептуру и назначения.

Определялись такие параметры как:

- модуль упругости при растяжении (E , МПа);
- объемный модуль упругости (K , МПа);
- коэффициент Пуассона (ν);
- кривая нагружения материала;
- кривая релаксации напряжения материала.

Для получения данной информации требуется проведение испытаний, позволяющих получить кривые релаксации резин при растяжении, кривых зависимости напряжения от деформации резин при объемном сжатии.

Релаксационные кривые являются базовыми для получения наиболее полной информации о вязкоупругих свойствах резин.

Испытания проводились на оборудовании «Tensometr 2020» Instron, позволяющем моделировать различные режимы деформаций резины в широком интервале температур (до 300 °С). Образцами для испытаний являлись образцы резин по ГОСТ 270-75.

Наиболее полную информацию о вязкоупругих свойствах материалов в высокоэластичном состоянии дают временная зависимость модуля упругости $E(t)$, и зависимость модуля упругости от температуры.

Проведены исследования влияния скорости, режимов испытаний, предыстории нагружения на определяемые параметры модели. На основании полученных результатов установлены особенности определения и расчета модуля упругости (E), объемного модуля упругости (K), коэффициента затухания при релаксации (β), расчета коэффициента Пуассона (ν).

УДК 678.742

В.В. Мозгалёв, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ШИН

Процесс вулканизации резинотехнических изделий, в частности шин, оказывает значительное влияние на качество и эксплуатационные характеристики конечной продукции. Каждая точка внутри шины

имеет уникальную температурную историю во время цикла вулканизации, следствием чего является неравномерное распределение температуры и степени вулканизации.

При вулканизации в процессе формования покрышек могут возникнуть дефекты, такие как: пузыри под протектором и боковиной, наплыв резины по стыку протектора, наплыв резины по боковине, расхождение стыка протектора и провал каркаса, бугры и складки по каркасу, разряжение нитей корда и другие. Во избежание таких явлений, ведутся работы по применению процессов моделирования методом конечных элементов. Предварительные результаты моделирования позволяют выявить наиболее уязвимые места в конструкции шин.

В данной работе проводились эксперименты по нахождению параметров моделей вязко-упруго-пластичного материала, которым является резиновая смесь. Таким образом, целью работы являлось:

- вычисление параметров математической модели на основе обработки кинетических кривых вулканизации для основных типов шинных резин.

- создание кинетической схемы вулканизации, отражающей в общем виде специфику ее основных стадий: индукционный период, период интенсивного образования поперечных связей, плато вулканизации и реверсию.

Определялись вязкость и релаксационные характеристики. Сущность испытания заключается в определении вязкости и предела вязкости, эластического восстановления и способности к преждевременной вулканизации каучуков и резиновых смесей, которые зависят от их деформирования при заданной скорости на сдвиговом дисковом вискозиметре. Испытание на релаксацию напряжения проводится на тех же образцах, сразу после завершения измерений вязкости.

Определялась кинетика вулканизации резиновых смесей на реометре ODR 2000. Из полученных реограмм определяли показатели, характеризующие реологические и вулканизационные свойства смесей: время достижения оптимума вулканизации и скорость вулканизации.

Таким образом, получены зависимости вязкости от температуры и модуля упругости материала от температуры. Данные зависимости позволят моделировать процесс формования шин, а следовательно избежать дорогостоящих натуральных экспериментов.

Э.Т.Крутько, проф., д-р техн. наук
Н.Р.Прокопчук, чл.-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

**СИНТЕЗ ПОЛИПИРОМЕЛЛИТИМИДА,
ФРАГМЕНТИРОВАННОГО
ДИАНГИДРИДОМ БИЦИКЛО/2,2,2/ОКТ-7-ЕН-2,3,5,6-
ТЕТРАКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Важнейшими полимерами, используемыми в таких высокотехно-логичных отраслях как микроэлектроника, авиа-, космическая и электротехническая промышленность, являются полипиромеллитимиды (ПИ). Благодаря уникальному комплексу их основных свойств (высокие диэлектрические, механические свойства, радиационная стойкость в широком температурном интервале, химическая, термо- и термоокислительная стабильность) они используются в качестве диэлектрических слоев, герметизирующих, планаризирующих и защитных покрытий, неадгезированных пленочных материалов, волокон. Однако полимеры этого класса имеют и ряд недостатков, препятствующих расширению их практического применения. Основные из них:

– сложность переработки, обусловленная тем, что промышленно производимые ароматические ПИ неплавки и нерастворимы и, следовательно, могут быть использованы в большинстве изделий только в виде растворов форполимеров (ПАК), а превращение ПАК в ПИ, происходит при высоких температурах (выше 300°С).

– получаемые пленочные покрытия имеют недостаточную адгезию к субстратам.

Наиболее эффективным способом достижения ПИ оптимальных свойств, необходимых для их применения в конкретных целях, является химическая модификация путем введения в растворы форполимеров – продуктов взаимодействия ароматических диаминов с диангидридами ароматических тетракарбонновых кислот – реакционноспособных модифицирующих добавок различной химической природы с последующей имидизацией композиций термическим или химическим способом. В связи с этим представляются актуальными исследования по синтезу фрагментированных ПИ за счет частичной замены пиромеллитового диангидрида ароматической структуры диангидридом бицикло/2,2,2/окт-7-ен-2,3,5,6-тетракарбонновой кислоты (ДАБЦО).

Синтез фрагментированных ПАК осуществляли введением раствора форполимера ФПАК, синтезированной с использованием в качестве диангидридной компоненты ДАБЦО, в 13%-ный раствор ароматической ПАК в диметилформамиде (ДМФА). ФПАК использовали

в виде сухого вещества в количестве 3; 4; 5; 7; 9; 12; 15; 20; 25 мас. % от содержания сухой ПАК в растворе ДМФА. Относительная вязкость 0,5 %-ного раствора ПАК в ДМФА составляла 1,87, аналогичная характеристика ФПАК равнялась 0,85.

Пленкообразующую способность такие композиции сохраняют только, если содержание ФПАК в ПАК не превышает 20 мас.%. Превышение этой границы приводит к тому, что качественного покрытия из фрагментированного полимера после удаления растворителя в вакууме при комнатной температуре не образуется. Нижняя граница содержания ПАК, обеспечивающая достижение целевых свойств композиции, составляла 10 мас. % в связи с тем, что при меньшем ее содержании не обеспечивается растворимости композиции, полученной химическим способом циклодегидратации. Экспериментально установлено увеличение вязкости растворов композиций при смешении их растворов, свидетельствующее об увеличении молекулярной массы полимера и, следовательно, об образовании фрагментированного полимера – ФПАК-ПАК, содержащего циклоалифатические фрагменты в структуре ароматических макромолекул. Превращение синтезированной фрагментированной полиамидо-кислоты в ПИ осуществляли двумя способами – химическим и термическим. За ходом процесса следили с использованием метода ИК-спектроскопии в диапазоне $1200-1800\text{ см}^{-1}$. С использованием метода химической имидизации получены растворимые фрагментированные пленкообразующие композиции. При проведении термической твердофазной циклизации ФПАК растворимых ПИ-композиций получить не удалось.

Экспериментально измеренные значения диэлектрической проницаемости и тангенс угла диэлектрических потерь синтезированных фрагментированных ПИ, которые составляют соответственно $\varepsilon = 3,7$ и $\text{tg}\delta = 3,6 \cdot 10^{-3}$, свидетельствуют о том, что полученные фрагментированные бициклооктенсодержащие ФПИ имеют диэлектрические свойства, близкие к свойствам серийно производимых полипиромеллитимидов (ПИ), что обеспечивает возможность их использования в качестве диэлектрических слоев в арсенид-галлиевой технологии изготовления микроэлектронных устройств.

Э.Т. Крутько, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск);
В.И. Грачек, вед. науч. сотр., канд. хим. наук
(ИФОХ НАН Беларуси, г. Минск),

НОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР ХИМИЧЕСКОЙ ЦИКЛОДЕГИДРАТАЦИИ РАСТВОРИМЫХ ПОЛИИМИДОВ

Получение плавких и растворимых в органических растворителях полиимидных (ПИ) полимеров является весьма актуальным, поскольку позволяет существенно расширить области их практического использования и осуществлять переработку классическими для термопластов методами. Такие ПИ часто синтезируют с использованием циклоалифатических и гетероциклических диангидридов и диаминов. Одним из способов достижения такой цели является синтез так называемых «кардовых» ПИ, получаемых с использованием исходных мономеров (диаминов и диангидридов) с объемными боковыми группами, их одностадийным взаимодействием в растворе при высоких температурах [1–3]. Варьируя диаминную и диангидридную составляющие макромолекулы, можно получать ПИ материалы с разнообразными эксплуатационными характеристиками.

Анализ научной и патентной литературы показывает, что способы получения ПИ, растворимых в органических растворителях, базируются в основном на использовании в качестве исходных реагентов диаминов и диангидридов, имеющих объемное пространственное строение. Как правило, такой синтез осуществляется одностадийно в среде высококипящих растворителей фенольного типа, например, м-крезола. Однако получаемые полимеры, приобретая растворимость в полярных, апротонных и фенольных растворителях, часто имеют низкие эксплуатационные характеристики. Кроме того, следует подчеркнуть, что получаемые материалы вследствие сложности синтеза исходных реагентов являются чрезвычайно дорогостоящими. Нами разработан каталитический метод синтеза растворимых полиимидов в растворе имидизующей смеси уксусного ангидрида с использованием борсодержащего соединения в качестве катализатора процесса циклодегидратации полиамидокислот, растворимых в полярных апротонных растворителях. Установлено, что использование нового катализатора позволяет не только ускорить процесс перехода полиамидокислоты в полиимид, но и увеличить степень превращения амидокислотных групп форполимера в конечный продукт с улучшенными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бюллер, К.У. Тепло- и термостойкие полимеры / К.У. Бюллер – М.: Химия, 1984. – 530 с.

2. Несимметричные ароматические диамины бензофенонового ряда и растворимые полиимиды на их основе /А.Л. Русанов [и др.] // Высокомолек. соед. Сер. Б. – 2008. – Т. 50, № 1. – С. 126–130.

3. Растворимые фотопроводящие полиимиды : пат. 2124530 РФ, МПК 6 С 08 G 73/10, G 03 G 5/07 / В.И. Берендяев, Н.А. Василенко, Б.М. Румянцев, Б.П. Беспалов, Б.В. Котов ; заявитель научно исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова. – № 96114474/04 ; заявл. 19.07.1996 ; опубл. 10.01.1999 // Официальный бюлл. / Федеральная служба интеллектуал.собственности по пат. и тов. знакам. – 1999. – № 1 – С. 354.

4. Reddy, D.S. Synthesis and characterization of soluble polyimides derived from 2,2'-bis(3,4-dicarboxyphenoxy)-9,9'-spirobifluorene dianhydride / D.S. Reddy, C.F. Shu, F.-I. Wu // J. Polym. Sci. Part A, Polym. Chem. – 2002. – Vol. 40, № 2. – P. 262–268.

УДК 541.64:536.4

Э.Т. Крутько, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск);
А.П. Логиш, магистрант, инж. (ОАО «Речицадрев»)

КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫЙ ОЛИГОМЕР, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫМ РЕАГЕНТОМ

Материалы, полученные с использованием карбамидоформальдегидных олигомеров широко применяются в различных отраслях народного хозяйства благодаря доступности исходного сырья, простоте технологического процесса получения и переработки в изделия. Цель настоящей работы – химическая модификация карбамидоформальдегидной смолы (КФС) для создания композиционных материалов технического назначения с улучшенными свойствами. Отвердителями КФС служат вещества, снижающие рН их водных растворов. Для отверждения на холоду обычно применяют органические и минеральные кислоты, а для отверждения при нагревании чаще используют кислые соли, снижающие рН за счет гидролиза, протекающего в водной среде, присущего для карбамидоформальдегидных олигомеров, взаимодействия со свободным и слабо-связанным формальдегидом с выделением кислоты. В этой связи представляло интерес использование в качестве модифицирующего агента

КФС, содержащей в своем составе гидроксиметилольные группы (ГМГ), новых полифункциональных соединений с функциональными группами, способными взаимодействовать с реакционноспособными ГМГ карбамидоформальдегидного олигомера с образованием фрагментированного полимерного материала. В качестве таких

соединений использованы промежуточные продукты синтеза имидо-со-держающих соединений - соответствующие амидокислоты. Синтез их осуществляли путем взаимодействия ароматических диаминов с эквивалентным количеством малеинового ангидрида в диметилформамиде (ДМФА) при 25°C в течение 3-х часов. Реакционную смесь выливали в воду со льдом. Полученный осадок отфильтровывали, многократно промывали водой, сушили в вакууме без нагревания. Синтезированные амидокислоты содержат в своем составе активные карбоксильные, амидокислотные функциональные группы, способные взаимодействовать с гидроксиметилсодержащими фрагментами КФС, формируя более плотно сшитую структуру полимера, а также с активными центрами субстрата, что усиливает адгезионное взаимодействие в системе связующее – наполнитель в процессе воздействия повышенных температур и давлений.

УДК 678

А.Г. Любимов, ст. преп., канд. техн. наук;

А.Ф. Петрушеня, ст. преп., канд. техн. наук;

О.М. Касперович, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛА

Уникальные свойства многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) и графеновых нанопластинок (ГНП), такие как малые геометрические размеры, в сочетании с высоким аспектным отношением, высокой прочностью, проводимостью, термической и химической стойкостью – делают данные наноструктуры весьма привлекательными для получения на их основе полимерных композитов [1,2].

В данной работе были получены и исследованы нанокompозиты на основе полистирола.

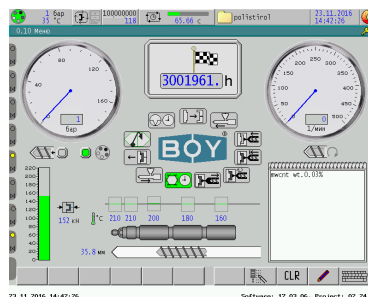
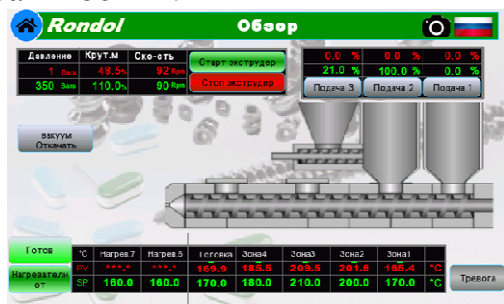
Синтез полистирола совместно с наночастицами. Концентрация ГНП и МУНТ составляла 0,03; 0,5; 2 мас.% относительно мономера. Стирол подвергался вакуумной перегонке при давлении 10 мм.рт.ст. и температуре 35°C. В свежеперегнанный стирол добавлялась навеска наноматериала, далее производилось диспергирование наночастиц в стироле с помощью ультразвука (22 кГц) в течение 1 ч при температуре 0°C, дополнительно осуществлялось перемешивание с помощью магнитной мешалки. По истечении времени в стирол добавлялась навеска пероксида бензоила (инициатор). Синтез проводился суспензионным методом в течение 4-5 ч. Полученный полистирол сушился в термошкафу при температуре 90°C до постоянной массы.

Компаундирование на двухшнековом экструдере. Полистирол

содержащий УНМ подвергался компаундированию в целях удаления пустот воздуха из порошка полистирола, его уплотнения и усреднения молекулярной массы полимера. Технологические параметры процесса представлены на рис. 2 а.

Получение образцов методом литья под давлением. Полученный компаунд использовался в процессе литья под давлением для получения экспериментальных образцов материала. Технологические параметры литья под давлением представлены на рис. 2 б.

Полученные образцы испытывались на ударную вязкость по Шарпи в соответствии с ГОСТ 4647-80 на маятниковом копре CEAST 9050 (энергия маятника 5,0 Дж) (рис. 3а), на трехточечный изгиб в соответствии с ГОСТ 4648-71, тензомере 2020 Instron (рис. 3б). Скорость нагружения составляла 10 мм/мин, расстояние между опорами 60 мм.

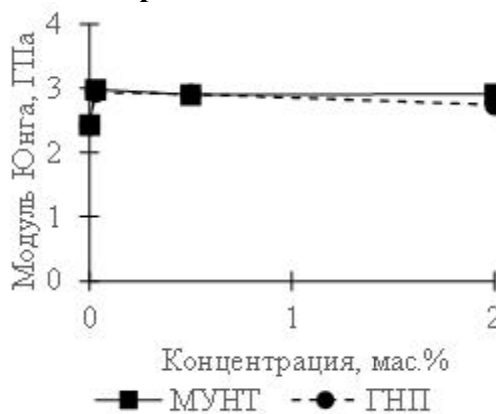
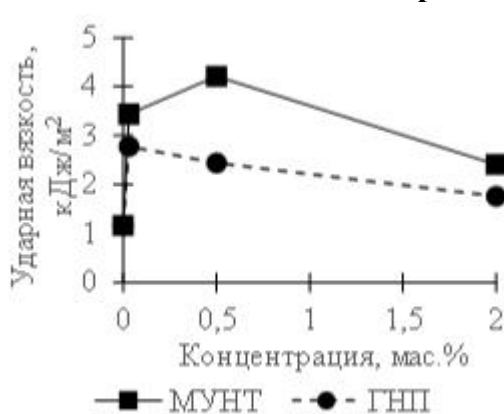


а

б

а – параметры процесса экструзии; б – параметры процесса литья под давлением

Рисунок 2 – Технологические параметры процесса получения экспериментальных образцов



а

б

а – результаты испытаний на ударную вязкость;
б – результаты испытаний на статический изгиб

Рисунок 3 – Определение механических характеристик нанокompозитов

В интервалах 0,03–0,5 масс.% наблюдается увеличение механических характеристик материала, при дальнейшем увеличении содержания УНМ в полистироле происходит снижение механических характеристик материала. Наиболее вероятно это связано с тем, что наночастицы начинают образовывать агломераты, которые будут являться концентраторами напряжений [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. B. Hao Industrial Applications of Carbon Nanotubes A volume in Micro and Nano Technologies – 2017, P. 71–99
2. G. Mittal A review on carbon nanotubes and graphene as fillers in reinforced polymer nanocomposites doi.org/10.1016/j.jiec.2014.03.022
3. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов: Учебное пособие для вузов. / А.А. Шевченко – СПб. ЦОП «Профессия» – 2010, – 224 с.

УДК 539.22:621.01:678

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

АНИЗОТРОПИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ В ИЗДЕЛИЯХ АДДИТИВНОГО СИНТЕЗА

Аддитивные технологии – это производство изделия путем добавления материала в отличие от традиционных технологий, где создание детали происходит путем удаления «лишнего» материала. Особенностью аддитивных технологий является отсутствие формообразующего инструмента, поддерживающего стабильность формы и размеров изделия на стадии формования. Кроме того, существенная продолжительность процесса производства приводит к возникновению неоднородности физических и химических процессов по объему синтезируемого изделия. На основании проведенных исследований выявлены основные риски и недостатки при реализации метода послойного наплавления (FDM технологии печати): усадочные явления и анизотропия свойств.

Усадка происходит как вследствие фазовых переходов материала, изменения структуры, так и за счет удаления вспомогательных веществ или продуктов разложения, а это приводит к гарантированному искажению геометрической формы, а также к потере эксплуатационных свойств изделия за счет возникновения исходного преднапряженного состояния в материале. Послойный синтез геометрии изделий определя-

ет возникновение существенной анизотропии свойств материалов в конечном продукте [1] за счет величины межслойной адгезионной связи.

В работе приведены данные по исследованию свойств материалов аддитивного синтеза, предложена методика оценки анизотропии показателей физико-механических характеристик. Определены коэффициенты анизотропии свойств основных видов материалов для реализации FDM технологии печати, установлена их зависимость от технологических факторов процесса печати: температуры, толщины слоя, линейной скорости движения рабочего органа. Предложены подходы для управления физико-механическими показателями свойств материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спиглазов, А.В. Формуемость листовых заготовок в изделия при условиях интенсивного теплообмена / А.В. Спиглазов, Е.И. Кордикова, И.С. Баулин, Я.И. Поженько, Г.Н. Кравченя // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия, технология органических веществ и биотехнология. Вып. XX. № 4 (186). – Мн.: БГТУ, 2016. – С. 39–43.

УДК 621.7.04:678.073

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

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИ ФОРМОВАНИИ СОСТАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

При формовании составных изделий из термопластичных полимеров и композиций на их основе[1], в том числе и из листовых заготовок, протекают тепловые и механические процессы: нагрев и охлаждение, вязкопластическое течение, уплотнение и усадка, деформации вязкого растяжения, консолидация. Наряду с общими закономерностями, происходящими при формообразовании изделий, для оптимизации и управления технологическим процессом необходимо изучение процессов проходящих на границе контакта формуемых заготовок, изменения температуры заготовок в зоне контакта, качества поверхностей, влияния содержания и вида частиц наполнителя.

Изучен теплообмен между отдельными заготовками материала при совместном формовании. Проведены экспериментальные исследования по установлению явлений, протекающих при термическом воздействии между элементами составного изделия. Установлена зависимость показателя степени консолидации материалов заготовок от

температуры на поверхности контакта между ними (распределение температурных полей по толщине листовых заготовок от условий теплообмена при формовании изделий), что позволило установить влияние температурных параметров процесса на адгезионную связь и консолидацию между элементами при формовании изделий.

Проведена оценка качества поверхности экструдированной листовой заготовки путем экспериментального определения показателей шероховатости и степени ее влияния на адгезионную связь между заготовками. Исследовано влияние степени наполнения композиции и формы частиц на степень консистенции

Результаты использованы при разработке средств технологического оснащения для производства составных изделий из смешанных отходов полимеров и композиций на основе вторичных термопластов с волокнистыми отходами стеклопластиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ставров, В.П. Формообразование изделий из композиционных материалов: учеб.пособие. / В.П. Ставров. – Минск: БГТУ, 2006. – 482 с.

УДК 678

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

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СТЕКЛОВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ПРИ УПЛОТНЕНИИ

Создание качественных высокопрочных полимерных композиционных материалов (ПКМ) определяется содержанием наполнителя в его объеме и пористостью, которая снижает все основные физико-механические и технологические свойства. Эти два параметра определяются структурой используемого наполнителя и условиями переработки. Когда степень пропитки наполнителя равна 100%, можно говорить, что объемная пористость наполнителя и относительное объемное содержание связующего в композиционном материале имеют одинаковое значение.

Волокнистые наполнители представляют собой пористую среду, которая на микроуровне состоит из элементарных волокон или элементов объединенных в нить, ровинг, пучок. При создании полимерных композиционных материалов под действием давления формования значение пористости материала, которое изначально легко может быть рассчитано и для наполнителя определенной структуры является величиной постоянной, изменяется вследствие уплотнения, переме-

щения элементов структуры и разрушения отдельных частиц наполнителя[1].

В работе исследованы дисперсные и волокнистые наполнители с различной начальной структурой, что позволило изучить их поведение в процессе производства изделий и обобщить подходы для создания оптимальной структуры ПКМ с применением термопластичных и термореактивных связующих.

Установлена функциональная зависимость между прикладываемым давлением, пористостью волокнистых структур при уплотнении и содержанием наполнителя в композиционном материале.

Показана возможность направленного регулирования структуры в ПКМ, изменяя давление формования, что позволяет проектировать составы композиционных материалов с заданными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб.пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.; под ред. Л.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560с.

УДК 675.92

Е.И. Кордикова, доц., канд. техн. наук;

А.В. Спиглазов доц., канд. техн. наук;

О.И. Карпович, доц., канд. техн. наук; Г.Н. Кравченя, инж.

(БГТУ, г. Минск)

НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОЖЕВЕННЫХ ОТХОДОВ

Проблема переработки и рационального использования отходов кожевенного производства актуальна для Республики Беларусь, т. к. по данным на 2015 год на предприятиях кожевенной отрасли образовалось 24,5 тыс. тонн отходов производства. Большая часть из них еще не нашла применения и вывозится на свалки, что, помимо материальных потерь, ведет к загрязнению окружающей среды.

Проведенный анализ наиболее известных и используемых направлений переработки коллагенсодержащих, жирсодержащих и хромсодержащих твердых отходов кожевенного производства дает возможность определить эффективные направления использования таких отходов, области применения материалов и технологий, возможную реализацию в РБ. Отходы, образующиеся до стадии дубления, используются практически полностью. На кожевенных заводах при переработке отходов в клей, кормовые добавки, желатин, удобрения и т. п. используют достаточно простые технологические процессы

и стандартное для данной отрасли оборудование.

Более сложной задачей является переработка отходов, образующихся на последующих стадиях производства, в частности, переработка отходов дубленых кож, которые содержат токсичные химические материалы и имеют структурные образования. Широкому использованию дубленых отходов препятствует содержание в последних соединений хрома. Хромовую обрезь, стружку и другие хромированные отходы целесообразно перерабатывать так, чтобы их можно было использовать для производства наполнителей кожи, обладающих способностью как химически связываться с ней, так и додубливать ее, использовать в качестве компонентов шлихтующих составов, в производстве строительных плит на основе полимерных или вяжущих составов, тепло- и шумоизоляционных материалов, в качестве сырья для изготовления обувного картона, «прессованной кожи» и др.

В последние годы продолжается интенсивный поиск новых эффективных способов переработки кожевенных отходов, прежде всего хромосодержащих, с получением веществ и материалов для различных областей применения. При рассмотрении способов утилизации отходов ориентируются на наиболее безотходные технологии, обеспечивающие выпуск экологически и экономически выгодной продукции, пользующейся спросом.

УДК678.073:678.027

О.И. Карпович, доц., канд. техн. наук;
А.Н. Калинин, инж.; И.О. Лаврецкий, студ.
(БГТУ, Минск)

МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Одно из основных направлений государственной политики Республики Беларусь относительно вопросов экологической безопасности – развитие технологий переработки отходов. В нашей стране имеются отрасли экономики, заинтересованные в расширении промышленного использования вторичных полимерных материалов.

В ОАО «Белцветмет» при разделке изделий кабельной продукции образуются металлсодержащие полимерные отходы, которые пока не находят применения, но могут стать дешевым сырьем для изделий неотчетливого назначения и найти применение, в частности в строительстве, в сельском и коммунальном хозяйстве.

Цель работы – определение возможностей переработки металлсодержащих полимерных отходов, образующихся после разделки ка-

бельной продукции, определение физико-механических и технологических свойств материалов на их основе.

Определен состав металлосодержащих полимерных отходов, образующихся после разделки кабельной продукции. В составе отходов больше всего (около 80%) содержится поливинилхлорида. Также в отходах содержатся сшитый полиэтилен, бумага (около 15 %) и металлические включения (алюминий и медь до 5 %).

По методу пласт-формования [1] изготовлены материалы на основе отходов. Для улучшения физико-механических и технологических характеристик в качестве связующего использовали отходы корпусов аккумуляторных батарей, также образующиеся в ОАО «Белцветмет». Массовое содержание отходов кабельной продукции 30, 50 и 70%. Показана принципиальная возможность переработки отходов в изделия по методу пласт-формования. Определены физико-механические и технологические характеристики материалов. Получены зависимости показателей свойств от содержания отходов кабельной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Stavrov, V.P. Efficacious recycling of mixed polymer waste to molded articles/ V.P. Stavrov, A.N. Kalinka // Recycling Iodzysk materialow polimerowych. Materialy – Technologie – Utylizacja. – Szczecin: Wyd. Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego. – 2009. – S. 107 – 110.

УДК 678

Чой Кю Хон, магистрант;

А.Л. Наркевич, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ОПЛЕТКИ

ОДНОНАПРАВЛЕННО АРМИРОВАННЫМИ ЛЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

В однонаправленно армированных композитах наиболее полно реализуются свойство армирующих волокон в направлении армирования. Ряд изделий, преимущественно длинномерных, действительно должны иметь преимущественно однонаправленную структуру для создания при изгибе или растяжении в продольном направлении наибольшей прочности и жесткости, однако работа таких изделий предполагает также нагружение растягивающими (сжимающими) усилиями в направлении, перпендикулярном продольной оси изделия, кручение и другие комбинации сложного нагружения. Поэтому для по-

вышения прочности в поперечных направлениях применяют дополнительное армирование под углом к продольной оси изделия, т.е. получают, например, слоистые материалы. Для длинномерных и профильных изделий одним из методов создания структуры слоя с ориентацией однонаправленно армированных элементов к продольной оси изделия является метод оплетки (плетения). Причем плетеный слой можно получать отдельно, получая, так называемую, преформу.

Цель работы – получение преформ плетением из однонаправленно армированной ленты на основе стеклянных волокон и термопластичного полимера (препрега) и оценка возможности применения полученных преформ при получении слоистых изделий при двустадийной пултрузии и прессовании.

Схема получения преформ и принцип создания переплетения показаны на рисунке. Применяли плетельную машину, катушки которой адаптировали для препрега. Толщина ленты препрега – 0,2-0,3 мм, ширина – 5–7 мм. Ширина плетеного «рукава» на выходе из тянущего устройства (до 120 мм) зависит от количества и ширины лент препрега в оплетке. Угол между осью «рукава» и направлением армирования в ленте препрега зависит, во-первых, от тех же параметров, что и ширина «рукава», во-вторых – от соотношения скоростей v_1 и v_2 (см. рисунок).

Для формирования качественных изделий на основе преформ и препрегов необходимыми являются условия образования прочной связи между отдельными лентами препрега и обеспечение (сохранение) требуемой (заданной) схемы армирования. Особенностью используемого препрега является то, что получен он по расплавной технологии, которая предполагает применение термопластичного полимера достаточно низкой вязкости (ПТР от 20 г/10мин). Поэтому последующее формование изделий на основе такого препрега сопряжено с решением задачи согласования основных технологических параметров (температуры и усилия), а также с выбором схемы расположения преформы по толщине изделия.

Путем прессования были получены плоские изделия из композитов гибридной структуры, в которых в качестве основного материала для создания формы использовался хаотически армированный термопласт, а одна из поверхностей имела слой с ориентированными волокнами за счет применения преформы. Полученные таким образом изделия с дополнительным ориентированным армированием имели повышенные характеристики прочности и жесткости. Для формования профильных изделий после ряда экспериментов пришли к выводу, что для сохранения исходной

структуры плетения, необходимо располагать слои с преформой во внутренних слоях профильных изделий.

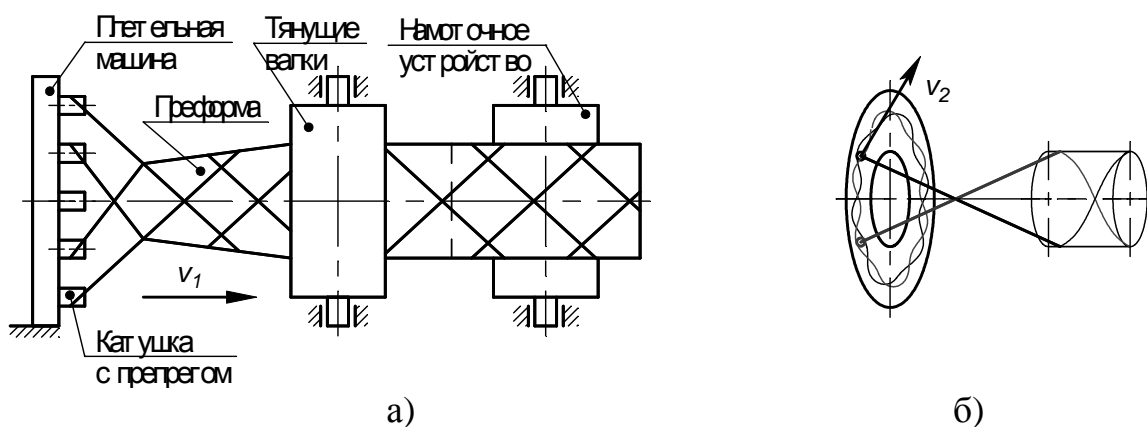


Рисунок – Схема получения преформы (а) и получения переплетения (б)

Проведенные исследования показывают перспективность технологии формирования ориентированных структур методом плетения для последующего применения их при формовании изделий, например, для несущих элементов, воспринимающих ударные нагрузки, в конструкции автомобиля.

УДК 678.742

Ревяко М. М., проф., д-р техн. наук;
 Касперович О. М., доц., канд. техн. наук;
 Петрушеня А. Ф., ст. преп., канд. техн. наук;
 Любимов А. Г., ст. преп., канд. техн. наук; Ментуз А. Л., студ.
 БГТУ (г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ

Полимеры смешивают для получения материалов с новыми улучшенными свойствами и расширения ассортимента полимерных материалов, а также – при использовании вторичных полимеров – для снижения экологического воздействия на окружающую среду.

Значение смесей полимеров с каждым годом возрастает еще и потому, что расширять ассортимент новых материалов экономически эффективнее путем смешения, чем путем синтеза новых полимеров. К тому же смешение расширяет применение инженерных пластмасс – трудно перерабатываемых и дорогих – за счет «разбавления» их полимерами с меньшей стоимостью без значительного ухудшения свойств. Под смесями полимеров понимаются системы, полученные

смешением двух или большего числа полимеров в условиях, при которых смешиваемые компоненты могут необратимо деформироваться. При смешении возможно получение полимерного композиционного материала, обладающего основными свойствами смешиваемых компонентов. В то же время, благодаря смешению, удастся улучшить самые разнообразные свойства полимеров - механические, реологические, теплофизические, фрикционные, диффузионные и другие - вследствие явления синергизма и образования прочных слоев на границе раздела смешиваемых компонентов.

Получить термодинамически совместимые системы из полимеров практически невозможно, поэтому в большинстве случаев приходится говорить только об эксплуатационной совместимости, но даже такие системы не изменяют своих свойств в процессе эксплуатации. Причем старение полимерных смесей, а следовательно ухудшение их свойств, протекает во временных диапазонах не меньших, чем составляющих их компонентов.

Для целенаправленного создания новых полимерных материалов с заданными свойствами путем смешения полимеров необходимо знать закономерности, связывающие состав, условия смешения, структуру и свойства смесей полимеров, а при условии существования только эксплуатационной совместимости значение проведения экспериментального смешения различных комбинаций полимеров достаточно велико. Анализ накопленных данных в области создания полимерных смесей и их обобщение были сделаны в книгах «Полимерные смеси» [1] под редакцией Д. Пола и С. Ньюмена и в монографии В.Н. Кулезнева «Смеси полимеров» [2]. Эти издания отражают материал по термодинамике, свойствам, фазовой морфологии, особенностям межфазных слоев и их модификации в ряде полимерных смесей. Однако охватить все возможные комбинации смесей в подобных изданиях не представляется возможным. Поэтому нами для экспериментального изучения были выбраны смеси на основе конструкционных пластиков и термопластичного полиуретана.

В данной работе исследовались двухкомпонентные смеси на основе термопластичного полиуретана (ТПУ) марки NF-950 с полиамидом (ПА-6) и блочным полистиролом (ПСБ) марки 438-1040.

Образцы полимеров и двухкомпонентных полимерных смесей получены методом литья под давлением на термопластавтомате KuA-SY 60/20. Температурные параметры переработки были подобраны опытным путем основываясь на температурах плавления полимерных компонентов [3], входящих в смесь, и их процентного содержания.

Остальные технологические параметры литья под давлением

приняли следующие:

- температура формы – 40–60°C;
- давление впрыска – 90 МПа;
- время впрыска – 2–3 с;
- время охлаждения – 20–30 с.

После кондиционирования в течение 24 ч полимерные смеси подвергали испытаниям на растяжение (рис. 1), твердость по Шору (рис. 2), статический изгиб (рис. 3) и ударную вязкость (рис. 4).

В результате исследований установлено, что смешение термопластичного полиуретана марки NF-950 с полиамидом на основе \square -капролактама или полистирола марки 438-1040 целесообразно в количестве не более 10%. В случае полиамида достигается увеличение прочности при растяжении на 23%, а в случае полистирола – увеличение прочности при изгибе на 32%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полимерные смеси / под ред. Д. Р. Пола и К. Б. Бакнелла / Пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева. – в 2 Т. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009.
2. Кулезнев, В. Н. Смеси полимеров. Структура и свойства – М.: Химия, 1980. – 302 с.
3. Производство изделий из полимерных материалов: учеб. пособие / В. К. Крыжановский, М. Л. Кербер, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с.

УДК 678.046

С.А. Перфильева, инженер-технолог
(ОАО «Белшина», г. Бобруйск)
Ж.С. Шашок, доц., канд. техн. наук;
Е.П. Усс, ассист., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПЛАСТОЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ СМОЛ

Углеводородные смолы широко используются в качестве повысителей клейкости в резиновой промышленности. Кроме того, смолы улучшают перерабатываемость и технологические свойства резиновых смесей, улучшают распределение технического углерода и других ингредиентов в резиновых смесях, повышают качество каландрованных и формованных полуфабрикатов. Однако углеводородные смолы являются менее эффективными повысителями клейкости, чем алкилфенольные, но они более экономичны. Для достижения равноценного эффекта по влиянию на клейкость в сравнении с алкилфенольными смолами требу-

ется увеличение их содержания, что нежелательно из-за отрицательного влияния на гистерезисные потери. Снижение гистерезисных потерь, а следовательно и потерь на качение, является одним из основных направлений работ по повышению топливной экономичности автомобилей, обеспечению высокоскоростных свойств и долговечности шин [1–3]. В связи с этим разработка углеводородных смол, позволяющих обеспечить необходимые технологические и технические свойства эластомерных композиций, является актуальной задачей.

В данной работе исследовалось влияние различного типа смол на технологические свойства эластомерных композиций, предназначенных для изготовления камер. В качестве углеводородных смол исследовалась нефтеполимерная смола отечественного производства «Арилен». В качестве образцов сравнения использовались эластомерные композиции, содержащие продукты переработки каменного угля и нефти (стирол-инденовая смола, смолы «Хемоксол» и «Полипласт»). Данные смолы вводились в рецепты резиновых смесей в равнозначной дозировке – 4,0 масс.ч. на 100,0 масс. ч. каучука.

Резиновая смесь должна обеспечивать заданные технические свойства резин и быть технологичной при ее изготовлении и переработке в изделие. Пластоэластические свойства резиновых смесей зависят от ее состава, типа смесительного оборудования, точности соблюдения режима смешения, т. е. они определяются степенью механического воздействия на каучук и степенью диспергирования ингредиентов [4].

Определение вязкости по Муни и релаксации напряжения резиновых смесей проводили на роторном вискозиметре MV2000, который после проведения испытания вязкости в течении минуты после остановки ротора фиксировал показания остаточного крутящего момента через небольшие промежутки времени.

На основании полученных данных установлено, что введение исследуемой углеводородной смолы «Арилен» не оказывает значительного влияния на значение вязкости по Муни резиновых смесей в сравнении с образцами, содержащими другие смолы. Так, для резиновой смеси со смолой «Арилен» значение вязкости по Муни составляет 36,2 усл. ед., а смесей с остальными смолами находится в пределах 36,4–38,0 усл. ед.

Выявлено, что введение отечественной смолы способствует облегчению релаксационных процессов, протекающих в эластомерной матрице. Так, значение коэффициента релаксации для композиции с добавкой «Арилен» составляет 69,9%, а для композиций со смолами сравнения – 66,3–69,5%. Такой характер изменения пластоэластических

свойств обусловлен, вероятно, строением и составом исследуемых смол.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пичугин, А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин: науч. издание / А.М. Пичугин. – М.: Машиностроение, 2008.

2 Гришин, Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): монография. Ч. 1 / Б.С. Гришин // Федер. агентство по образованию. Казан, гос. технол. ун-т. – Казань: КГТУ, 2010.

3 Технология резины: рецептуростроение и испытания / Под ред. Дика Дж.С. – СПб.: Научн. основы и технологии, 2010.

4 Корнев, А.Е. Технология эластомерных материалов / А.Е. Корнев, А.М. Буканов, О.Н. Шевердяев. – М.: ЭКСИМ, 2000.

УДК 676.22.017

К. В. Вишневский, ст. преп., канд. техн. наук;

Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук

(БГТУ, г. Минск),

А. Г. Баннов, доц., канд. техн. наук

(НГТУ, г. Новосибирск)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

За последние десятилетия наноматериалы стали одними из главных объектов исследований. Исследования в этом направлении позволяют получить материалы с принципиально новыми свойствами. Полученные материалы находят широкое применение не только в медицине, биотехнологиях и электронике.

В данной работе исследовалось влияние добавок наноматериалов на свойства резиновых смесей.

Основа смеси – комбинация неполярных каучуков СКИ – 3 (цис-1,4-изопреновый каучук) и СКД (цис-1,4-дивиниловый каучук). В качестве исследуемых добавок использовались: ОГ – оксид графита, полученный методом Хаммерса; ТРГ1 – терморасширенный графит, получен из оксида графита, путем его нагрева в динамическом режиме с 25°C и до 350°C, со скоростью 20 К/мин, после чего выдерживался в течение 55 мин; ТРГ2 – терморасширенный графит, полученный из оксида графита, который синтезировали по модифицированной методике Хаммерса (уменьшено количество перекиси водорода); ГНП – графитовые нанопластины (получен из ТРГ1 путем его диспергиро-

вания в изопропанол в ультразвуковой ванне); ТРГ9 – ТРГ, полученный нагревом промышленного интеркалированного графита.

Анализ полученных данных показал, что введение добавок ТРГ1, ТРГ2, ТРГ9 и ОГ привело к снижению вязкости на 3,5–5,1%, а введение ГНП – на 8,4% по сравнению со стандартной смесью, которая не содержала добавок. При этом снизилась скорость вулканизации и увеличилось время достижения оптимальной степени вулканизации (на 30-35%). По-видимому, снижение вязкости связано с увеличением свободного пространства между макромолекулами каучука и уменьшением силы их межмолекулярного взаимодействия, что привело к облегчению ориентации молекул в пространстве под действием сдвиговой нагрузки. Снижение скорости вулканизации и увеличение индукционного периода может быть связано как с наличием кислотных групп, так и с адсорбцией компонентов вулканизирующей группы на поверхности добавок.

УДК 667.613.3

А.Л. Шутова, доц., канд. техн. наук,
Н.Р. Прокопчук, проф., д-р хим. наук,
Е.Н. Сабадаха, ст. преп., канд. техн. наук,
А.Н. Потапчик, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

С целью снижения количества аварий, вызванных коррозионными повреждениями трубопроводов тепловых сетей, проведена исследовательская работа, в результате которой осуществлен выбор типа защитных антикоррозионных покрытий.

Лакокрасочные покрытия для трубопроводов тепловых сетей должны обладать высокими защитными свойствами и сохранять их в условиях эксплуатации при воздействии следующих факторов: тепло, влага, одновременное воздействие тепла и влаги, агрессивные среды. Поэтому основными критериями оценки пригодности лакокрасочных покрытия для защиты трубопроводов являются термостойкость, термовлагостойкость, стойкость к статическому воздействию агрессивных сред (вода, кислый раствор рН = 2,5, щелочной раствор рН = 10,5, 3%-ый и 9%-ый раствор хлорида натрия) и способность сохранять физико-механические свойства покрытий на определенном уровне после воздействия вышеперечисленных факторов [1]. До и после полного

цикла ускоренных испытаний защитное антикоррозионное покрытие должно сохранять физико-механические показатели на следующем уровне: прочность при ударе – не ниже 30 см; адгезия – не более 2 баллов; водопоглощение – не более 0,6% после 120 ч нахождения в воде.

С целью подбора лакокрасочных материалов для окрашивания трубопроводов тепловых сетей по разработанной программе испытаны лакокрасочные материалы на основе алкидных, полиуретановых, эпоксидных и органосиликатных пленкообразователей. Одно- и двухслойные (системы) покрытия, характеризующиеся наилучшими защитными свойствами (таблица 1), получены на основе следующих лакокрасочных материалов: грунт-эмаль «ИЗОЛЭП-mastic» (№1), эпоксидная краска HEMPADUR 15570 (№2), эпоксидная грунтовка TEKNOR-LASTPRIMER 7 MIOX (№3), эпоксидная краска INERTAMASTIC-MIOX (№4).

Время высыхания лакокрасочных материалов определяет производительность окрасочных работ и время, через которое можно проводить теплоизоляцию окрашенной поверхности. Образцы ЛКМ №1, №2, №5 достигают 1 степени высыхания достаточно быстро (менее 1 ч).

Таблица 1 – Свойства лакокрасочных покрытий

Наименование показателя	№1	№2	№3	№4
Время высыхания при (20±2)°С до 1 степени, ч, не более	3	1,5	0,9	1,3
Физико-механические свойства до (после) термообработки при 120°С в течение 375 ч:				
прочность при ударе, см, не менее	35 (20)	40 (30)	50 (15)	35 (20)
адгезия, балл, не более	1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)
водопоглощение, %, не более	1,1 (2,7)	0,5 (0,5)	0 (1,4)	0,5 (0,2)
Термовлагодостойкость покрытий, циклы				
– однослойных	28	50	50	50
– двухслойных	50	50	50	50
Стойкость двухслойных покрытий к статическому воздействию агрессивных сред при (20±2)°С, сут				
– вода	90	90	90	90
– 3% раствор NaCl	90	90	90	90
– 9% раствор NaCl	90	70	90	90
– раствор HCl (pH=2,5)	90	90	90	90
– раствор NaOH (pH=10,5)	13	90	90	90

В процессе термообработки при 120°С в покрытиях происходят различные физические и химические процессы: испарение остаточных растворителей, продолжение химического отверждения и последующая

деструкция, что влияет на физико-механические свойства покрытий. Через 375 ч термообработки водопоглощение только покрытий №2 и №4 составляло менее 0,6%, а прочность при ударе покрытий №2 соответствовала необходимым требованиям. Адгезия всех исследуемых покрытий осталась на допустимом уровне.

Лакокрасочное покрытие №1 характеризуется неплохой термостойкостью, которая возрастает в 2 раза при увеличении толщины покрытия. Максимальное количество циклов увлажнения – сушка выдержали покрытия №2–№4. Лакокрасочный материал №1 не защищает поверхность от воздействия щелочных растворов. Лакокрасочные материалы №2, №3, №4 характеризуются наилучшей стойкостью к статическому воздействию агрессивных сред, так и к одновременному воздействию тепла и влаги как в однослойных покрытиях, так и двухслойных. Следовательно, именно эти лакокрасочные материалы обеспечат максимальную защиту трубопроводов тепловых сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Защита от коррозии лакокрасочными материалами трубопроводов тепловых сетей / А.Л. Шутова [и др.] // Современные электрохимические технологии и оборудование: материалы международной научно-технической конференции, Минск, 24–25 ноября 2016 г. / БГТУ. – Минск : БГТУ, 2016. – С. 114–117.

УДК 678.664+678.027.7

Р.М. Долинская, доц., канд. хим. наук
О.В. Бомбер, инж.
(БГТУ, г. Минск)

ПОДБОР ОТВЕРДИТЕЛЯ ДЛЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО ПОЛИМЕРА С КОНЦЕВОЙ ИЗОЦИАНАТНОЙ ГРУППОЙ

Полиуретановые эластомеры находят широкое практическое применение в различных областях промышленности, сельском хозяйстве и быту, благодаря комплексу ценных свойств. Обладая уникальным сочетанием показателей стойкости к абразивному износу, прочности, твердости, они не лишены недостатков, к важнейшим из которых можно отнести недостаточную эластичность, термостойкость, сложность технологии и высокую стоимость. В этой связи работа, посвященная разработке эффективных технологий получения полиуретановых полимерных композиционных материалов, является актуальной и целесообразной. Целью данного исследования является изуче-

ние влияния отвердителя на свойства полиуретановых композиций. В качестве объектов исследования были выбраны полиуретановые эластомеры на основе каучуков Adiprene L 100 и Adiprene L 167. Данный каучук является жидким уретановым полимером, который можно отвердить до прочного каучукоподобного вещества посредством реакции изоцианатных групп с полиамидными соединениями. В качестве отвердителя использованы соединения на основе ароматических аминов. Разработаны два рецепта композиций на основе каучуков Adiprene L 100 и Adiprene L 167, отличающиеся разным содержанием отвердителя (11,11 мас.% и 16,04 мас.% соответственно) и изучены их физико-механические свойства. Анализ полученных результатов показал, что использованное количество отвердителя регулирует степень образования поперечных связей в вулканизате. По мере возрастания концентрации отвердителя в направлении расчетного количества (20 массовых частей на 100 массовых частей полимера) конечный продукт становится линейным по структуре с высоким уровнем водородного связывания и приобретает максимальную устойчивость к физическим факторам.

Установлено, что образец, содержащий отвердитель в большем количестве обладает более высокими физико-механическими показателями. Это, вероятно, происходит в результате удлинения полимерной цепи.

УДК 66.0:678.074

Р.М. Долинская, доц., канд.хим.наук; О.В. Бомбер, инж.
(БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК АКРИЛАТНЫХ КАУЧУКОВ

Проектирование изделий на основе современных композиционных материалов, в том числе на полимерной основе, является одним из важнейших условий улучшения эксплуатационных и экономических показателей изделий и машин. Акрилатные каучуки являются перспективными материалами для изготовления изделий с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Ценность акрилатных эластомеров заключается в комплексе их свойств: теплостойкости, стойкости к действию различных типов масел и смазок, особенно сульфидных, свето- и озоностойкости, который не характерен ни для каких других каучуков, за исключением фтор- и силиконовых.

Целью данного исследования является изучение влияния раз-

личных марок акрилатного каучука на физико-механические и эксплуатационные характеристики резиновых смесей.

В качестве объекта исследования выбран каучук Europrene итальянской фирмы «Enichem». Были изучены свойства следующих марок каучуков, отличающихся составом мономеров:

- AR 152 – сополимер этилакрилата и бутилакрилата;
- AR 153 и AR 153 EP – это гомополимеры этилакрилата;
- AR 155 и AR 156 LTR, AR 157 LTR – это терполимеры алкилакрилатов и алкоксиалкилакрилатов.

Показано, что свойства различных марок акрилатных каучуков, отличающихся составом мономеров, различны и влияют на свойства композиций на их основе.

Дальнейшие исследования проводили для композиций на основе акрилатного каучука марки Europrene AR 156 LTR. Этот каучук обладает наилучшим сочетанием свойств из всех исследованных нами марок каучука. В композицию вводили стеариновую кислоту, технический углерод П 514 и вулканизирующий агент Arax B18 MB50.

Используемая в композиции вулканизирующая группа Arax B18 MB50 (четвертичный бромид аммония в двойном сополимере этилена с пропиленом в качестве связующего) позволяет достичь высокой скорости вулканизации. При этом показатель относительной остаточной деформации сжатия без вулканизации и после короткой довулканизации имеют низкие значения. Технический углерод П 514 дает щелочную среду и улучшает технологические свойства смеси.

Композицию изготавливали на лабораторных вальцах ЛВ 320. Порядок ввода ингредиентов был следующий: предварительная пластикация каучука, ввод 1/3 части технического углерода П 514 и стеариновой кислоты, ввод оставшейся 2/3 части технического углерода и на последних минутах вводили вулканизирующую группу.

Обработка результатов исследования проводилась по методу наименьших квадратов. Для проверки точности экспериментальных данных была проведена оценка случайных и систематических ошибок измерений. В таблице приведены свойства исследованных композиций.

Таблица – Показатели свойств резиновой смеси на основе каучука Europrene AR 156 LTR

Показатели	Значение
1	2
Реометрический экспресс – контроль на виброреометре MDR–2000:	
ML, dN _m	1,8–4,5
MH, dN _m	7,8–11,5
Условная прочность при растяжении, МПа	8,0–9,9

1	2
Относительное удлинение при разрыве, %	110–140
Плотность, кг/м ³	1290
Относительная остаточная деформация сжатия, %	30–40
Вязкость по Муни, усл. ед.	45–60
Скорчинг, мин.	
t ₅	3
t ₃₅	5
Δt	2

Таким образом, композиция на основе каучука Europrene AR 156 LTR обладает комплексом физико-механических показателей:

- условная прочность при растяжении, МПа: 8,0–9,9;
- относительное удлинение при разрыве, %: 110–140;
- относительная остаточная деформация сжатия: 30–40,

Композиция имеет хорошие технологические свойства и ее можно использовать для изготовления изделий, работоспособных при повышенных температурах и в агрессивных средах.

УДК 678.065.004.8

Р.М. Долинская, доц., канд. хим. наук;

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

ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ КОМПОЗИЦИИ ЭЛАСТОМЕР – РЕГЕНЕРАТ - МОДИФИКАТОР

Развитие современных областей промышленности требует улучшения основных эксплуатационных характеристик комплектующих резиновых изделий и, в первую очередь, их долговечности. Но на сегодня приоритетными направлениями в развитии экономики страны являются рациональные и экономные затраты материальных и энергетических ресурсов, а также защита окружающей среды от загрязнения. Для этого нужно не только уменьшать количество производственных отходов, но и разрабатывать и исследовать процессы повторного использования отходов производства и потребления. Поэтому особенно актуальными являются работы в области усовершенствования ресурсосберегающих технологий изготовления резиновых изделий.

В работе были проанализированы рассчитанные термодинамические параметры взаимодействия как между компонентами гетерогенных систем, так и на поверхности материалов, на основании теории растворов Флори – Хаггинса [1-3]. Эти характеристики очень важны и позволяют дать рекомендации относительно прогнозирования свойств эластомерных материалов и подбора эффективных моди-

фицирующих систем. Приграничный слой создается путем объемной модификации эластомера, следовательно, распределение добавок должно быть неравномерным, и основная часть модификаторов должна концентрироваться на границах раздела фаз. Модификаторы должны иметь высокую межфазную активность. В то же время добавки должны быть довольно крепко связаны с глобулами эластомера. С этой точки зрения важным является знание характера взаимодействия между компонентами системы. Для проверки нами был выполнен анализ процессов структурообразования эластомерной матрицы под влиянием модифицирующих систем и свойств эластомерных материалов. Установлено, что высокие положительные значения энтропийной составляющей χ_s параметра термодинамического взаимодействия Флори-Хаггинса и отрицательные значения энтальпийной составляющей χ_H наблюдаются при маленьком содержании добавок, которое отвечает оптимальному, с точки зрения влияния на свойства вулканизатов. Положительные значения χ_s свидетельствуют о влиянии на энтропию смешивания, которая характеризует повышенную упорядоченность системы, и вероятно обусловлена усилением межмолекулярного взаимодействия на межфазных границах. Отрицательные значения χ_H свидетельствуют об увеличении расслоения в системе при нагревании. При этом изменяется микрогетерогенность системы, которая может оказывать влияние на диффузию компонентов в эластомерной матрице. На основании вышеприведенного, проведен анализ результатов исследования термодинамической совместимости эластомеров с разными типами соединений. Показано, что концентрационная зависимость параметров термодинамической совместимости в системах определяется природой и структурой добавок. Так для композиций, которые содержат маленькие концентрации (до 1,8 мас.ч.) добавок система является совместимой, а при повышении содержания происходит ее расслоение. Необходимо отметить, что положительные значения энтальпийной составляющей параметра термодинамического взаимодействия χ_H свидетельствуют об улучшении совместимости с повышением температуры.

Установлено также, что бинарные системы являются более эффективными, чем их индивидуальное применение. Показано, что лучшие свойства достигаются при использовании систем компонентов, которые термодинамически совместимы между собою, а оптимальное соотношение, обычно, наблюдается при минимальном значении параметра термодинамического взаимодействия. Введение систем модификаторов приводит к изменению термодинамических параметров взаимодействия в эластомерной матрице: уменьшается концен-

трация, при которой происходит микрорасслоение и повышается степень микрогетерогенности матрицы. При этом, как показали исследования, вулканизаты резин, которые содержат бинарные системы модификаторов, имеют лучший комплекс свойств.

Таким образом, анализируя влияние модификаторов на термодинамику эластомерной матрицы, можно сделать вывод, что для обеспечения возможности выхода их на межфазные границы необходимо выбирать дозировку, чтобы часть добавки была бы связанной с эластомером, а другая, за счет термодинамической несовместимости, была способна выходить на поверхность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулезнев, В. Н. Смеси полимеров. – М.: Химия, 1980. - 303с.
2. Липатов, Ю. С. Межфазные явления в полимерах. – Киев: Наукова думка, 1980. – 260с.
3. Физико-химия многокомпонентных полимерных систем / Под ред. Ю. С. Липатова . - Киев: Наукова думка, 1986. – Т.2 – 386с.

УДК 665.6

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

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАТАЛИЗАТОРА НА СТРУКТУРНО-ГРУППОВОЙ СОСТАВ АСФАЛЬТЕНОВ – ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЫ ОКИСЛЕННОГО НЕФТЕБИТУМА

Основными факторами, влияющими на качественные показатели получаемых окисленных битумов, являются не только технологические параметры проведения процесса окисления, но и структурно-групповой состав исходного сырья. Поэтому большой интерес представляют способы изменения физико-химических свойств исходного сырья за счет использования добавок-катализаторов, ускоряющих процесс окисления.

В данной работе исследовалось влияние железо- и кобальтсодержащих добавок на процесс окисления нефтяного гудрона и термоокислительную стабильность окисленных битумов. Для изучения изменений в структурно-групповом составе окисленных битумов, вызванных модификацией гудрона солями металлов переменной валентности, использовали метод ИК-спектроскопии. Результаты испытаний в виде спектральных коэффициентов приведены в таблице.

Таблица – Спектральные коэффициенты окисленных битумов

Нефтепродукт	$\frac{D_{1600}}{D_{1460}}$	$\frac{D_{860+810+750}}{D_{1460}}$	$\frac{D_{720} + D_{1380}}{D_{1460}}$	$\frac{D_{1700}}{D_{1460}}$	$\frac{D_{1030}}{D_{1460}}$
Нефтяной гудрон + 1,5 мас.% стеарата железа (III)	0,69	1,89	1,48	0,60	0,62
Нефтяной гудрон + 1,5 мас.% октоата кобальта	0,78	2,09	1,59	0,71	0,69
Нефтяной гудрон	1,14	3,12	1,07	1,00	0,99

Согласно данным таблицы окисление гудрона в присутствии добавки-катализатора обеспечивает снижение содержания в усредненной макромолекуле битума ароматических структур, кислород- и S-содержащих фрагментов, что должно положительно повлиять на качество битума.

УДК 665.6

А.А. Аль-Разуки, асп., А. Р. Алрашиди, асп., О. В. Карпенко, асп.,
Е. И. Грушова, проф., д-р техн. наук, А. В. Полешко, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ И ЭКСТРАКТИВНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БАЗОВЫХ МАСЕЛ

Одним из перспективных направлений интенсификации процесса депарафинизации в многостадийной технологии производства базовых масел является применение различных депарафинизирующих добавок, обеспечивающих повышение выхода масел и снижение содержания масел в образующемся побочном продукте гаче – исходном сырье для получения парафинов. В качестве таких добавок в основном предлагается использовать – присадки к маслам (например, АФК), а также их смеси с неполярными компонентами (n-алканами, твердым парафином). Однако применение известных добавок не позволяет в полной мере достичь желаемых результатов и поэтому изыскание эффективных депарафинизирующих добавок на данный момент продолжает оставаться весьма актуальной задачей.

В данной работе в качестве депарафинизирующей добавки исследовали этилацетат. Сырьем являлся вакуумный ддистиллят ВД-3, полученный при вакуумной перегонке мазута. Его подвергали на первой стадии селективной очистки N-метилпирролидоном (при получении рафинатов в лабораторных условиях) или использовали образцы рафинатов, полученные в ОАО «Нафтан» при селективной очистке дистиллятов фенолом. Депарафинизацию рафинатов осуществляли при -

15°C растворителем ацетон-толуол (60:40 м.ч.), содержащим 1,5% этилацетата (таблица).

Таблица – Результаты депарафинизации рафинатов.

Показатель	Растворитель депарафинизации	
	ацетон+толуол	ацетон+толуол +этилацетат
Базовое масло: выход, мас. %	92,4	90,0
—показатель преломления, n_D^{50}	1,4842	1,4835
—степень ароматичности	37,1	34,8
Температура плавления парафина, °C	62	64

Согласно данным таблицы, введение в качестве модифицирующей добавки этилацетата позволяет улучшить очистку масла и выделить гач с более высокой температурой плавления.

УДК 665.637.8

О.В. Куис, ассист., канд. хим. наук; Е.И. Грушова, проф., д-р техн. наук; А.С. Пахомчик, студ.; А.И. Юсевич, доц., канд. хим. наук; М.В. Дикуть, студ.
(БГТУ, г. Минск)

МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ ВЯЖУЩИХ ПОЛИМЕРНЫМИ ОТХОДАМИ

Резкое увеличение интенсивности дорожного движения, возросшие деформационные нагрузки на дорожные покрытия, резкие колебания температур обуславливают необходимость существенного повышения качества дорожных покрытий, в первую очередь, органического вяжущего материала (битума) – как наиболее важной составной части асфальтобетонных смесей. Из-за невысокого качества битума, выпускаемого в Республике Беларусь, постоянно идет поиск путей его улучшения. Большое количество исследований связано с разработкой композиционных вяжущих, включающих в свой состав полимерные отходы. В результате обеспечивается, с одной стороны, утилизация, например, достаточно больших объемов отходов резины, а, с другой стороны, используются специфические свойства каучука, составляющего основу резины.

Объектами исследования являлись гудрон и асфальт деасфальтизации ОАО «Нафтан», резиновая крошка из отработанных автомобильных шин. Исследована кинетика процесса окисления, а также качество получаемого вяжущего материала при добавлении резиновой крошки в нефтяной гудрон и асфальт в количестве 20 мас.%.

Таким образом, при установлении оптимальных условий процесса модификации нефтяного сырья резиновой крошкой из отрабо-

танных автомобильных шин, можно:

- снизить расход нефтепродукта на производство органического вяжущего материала для дорожных покрытий;
- уменьшить энергетические затраты на получение окисленного битума за счет совмещения процессов смешения компонентов и их окисления;
- решить частично проблему утилизации полимерных отходов.

УДК 547.233

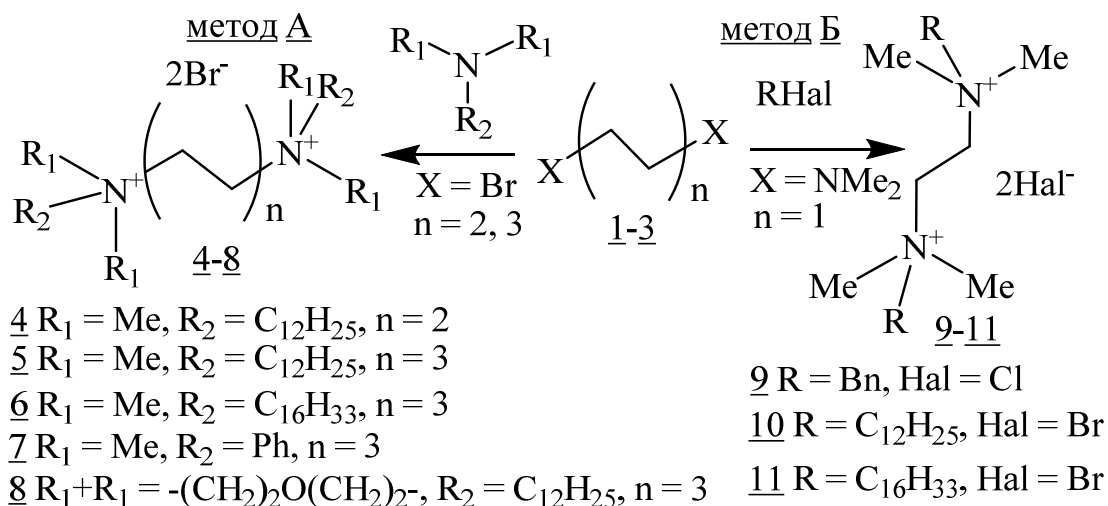
Н.М. Кузьменок, доц., канд. хим. наук;

В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук;

С. Г. Михалёнок, доц., зав. кафедрой орг. химии, канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

СИНТЕЗ ДИФИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ ТИПА «GEMINI»

С целью синтеза новых дифильных соединений типа «Gemini» для использования в качестве добавок при электрохимическом формировании наноструктурированных в настоящей работе осуществлен синтез бисчетвертичных аммонийных солей с концевыми четвертичными аммонийными группами, удаленными друг от друга на два, четыре и шесть углеродных атомов. Синтез новых бисчетвертичных аммониевых солей 4–11 осуществлялся двумя общими методами: взаимодействием α,ω -дигалогензамещенными алканами стретичными аминами (метод А) и взаимодействием бистретичных аминов с галоидными алкилами (метод Б):



Кватернизацию третичных аминов 1,4- и 1,6-дибромалканами по методу А проводили кипячением в апротонных полярных раство-

рителях (ацетон, ацетонитрил) от нескольких часов до нескольких суток, при этом выход солей 4–б достигал 76–97%. Введение в реакцию третичных аминов с низкой нуклеофильностью, таких как N,N-диметиланилин, или пространственно затрудненных гетероциклических аминов, например N-додецилморфолина, не позволило получить целевые соли с выходом, превышающим 15–17%. Реакцией N¹,N¹,N²,N²-тетраметилэтан-1,2-диамина с бензилхлоридом, додецил- и цетилбромидами (по методу Б) получены соответствующие соли 9–11 с выходами 64–73%. Строение синтезированных соединений доказано спектральными методами.

УДК 547.233

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

В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук;

С. Г. Михалёнок, доц., зав. кафедрой орг. химии, канд. хим. наук;

А.С. Орёл, асп.

(БГТУ, г. Минск)

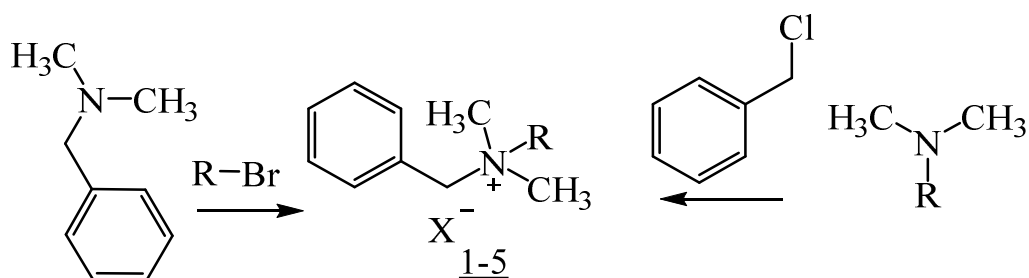
В.Я. Зырянов, проф., д-р ф-м. наук, зам. директора по научной работе

(институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, г. Красноярск)

ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КОМБИНАЦИЮ РЕАГЕНТОВ ПРИ КВАТЕРНИЗАЦИИ ТРЕТИЧНЫХ АМИНОВ

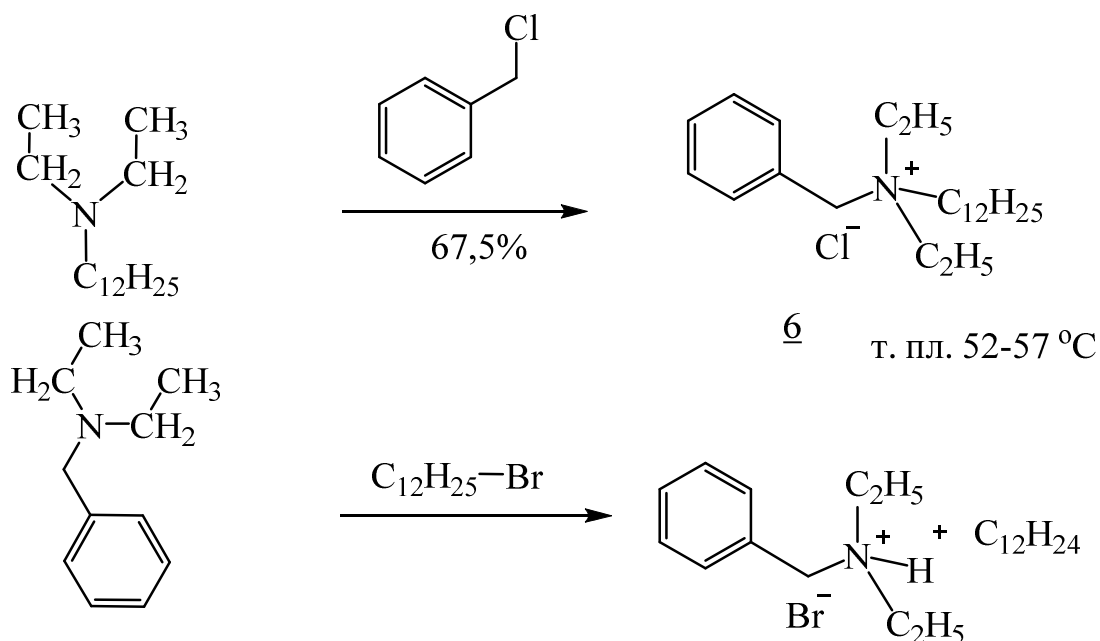
Бензилалконий галогениды – важный класс катионных поверхностно-активных веществ с широким спектром промышленного применения. Они используются в качестве консервантов для офтальмологических, назальных и парентеральных препаратов и продуктов, в качестве местного дезинфицирующего средства, антисептиков для медицинского оборудования и др. Цель настоящей работы заключалась в разработке препаративных методов синтеза новых бензилтриалкиламмоний галогенидов кватернизацией третичных аминов галоидными алкилами.

Синтез хлоридов 1–3,5 осуществляли бензилированием соответствующих диметилалкиламинов, а бромида 4 – алкилированием N,N-диметилбензиламина, при этом выход солей 3 и 4, полученных при изменении комбинации реагентов и различающихся анионами, оказался тождественным (около 89%).



1 R = C₆H₁₃, X = Cl; 2 R = C₈H₁₇, X = Cl; 3 R = C₁₂H₂₅, X = Cl;
4 R = C₁₂H₂₅, X = Br; 5 R = C₁₆H₃₃, X = Cl

Увеличение времени и температуры реакции, замена растворителя (ацетон, ацетонитрил, толуол) не позволили выделить ожидаемый бромид N-бензил-N,N-диэтилдодекан-1-аммония, а привели к отделению гидробромида исходного амина и образованию смолообразных окрашенных продуктов. Последние представляют собой продукты полимеризации алкена, полученного в результате элиминирования бромистого водорода под действием N,N-диэтилбензиламина, выступающего в этой реакции в качестве основания.



Введение в реакцию кватернизации пространственно затрудненных аминов делает предпочтительной комбинацию реагентов, предполагающую участие в реакции нуклеофильного замещения активного бензилхлорида, а не первичного алкилбромиды с длинной алифатической цепью, поскольку в последнем случае стерические препятствия S_N2реакции становятся непреодолимыми и начинает преобладать процесс элиминирования.

Эти заключения подтверждаются реакцией N-додецил-

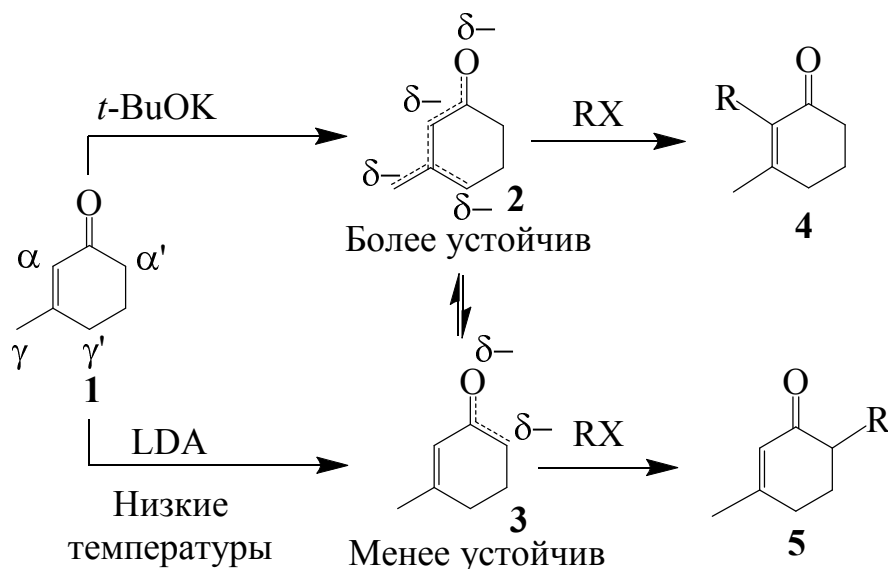
морфолина с бензилхлоридом в ацетонитриле, в результате которой с выходом 59% получен хлорид N-бензил-N-додецилморфолина **7**. Комбинация реагентов при попытке получения бромида N-бензил-N-додецилпиперидиния с участием N-бензилпиперидина и додецилбромида, как и в описанном выше примере, оказалась неуспешной, что также находится в соответствии с изложенными выводами.

УДК 547.594.4

А.С. Орёл, асп.; В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук;
С.Г. Михалёнок, доц., зав. каф. органической химии, канд. хим. наук;
Н.М. Кузьменок, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

ПОДХОДЫ К АЛКИЛИРОВАНИЮ α,β -НЕНАСЫЩЕННЫХ КЕТОНОВ

Региоселективное алкилирование α,β -ненасыщенных кетонов является актуальной задачей не только с практической, но и с теоретической точек зрения. В середине прошлого века французскими исследователями во главе с Ж.-М. Конья велись активные исследования по алкилированию и ацилированию α,β -ненасыщенных кетонов [1–3], которые показали возможность проведения моно- и полиалкилирования (ацилирования) в различные положения указанных енонов. В данной работе нами представлены результаты по алкилированию 3-метилциклогекс-2-енона **1**, который теоретически может реагировать по пяти различным положениям.



$\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5, \text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2; \text{X} = \text{Br}, \text{I}.$

С целью получения 2-замещённых циклогексенонов нами был рассмотрен ряд факторов, влияющих на направление протекания про-

цесса алкилирования. Регулируя условия, при которых из кетона образуется смесь енолятов, можно контролировать реакцию кинетическим или термодинамическим фактором. Кинетический контроль будет наблюдаться в тех случаях, когда взаимное превращение образовавшихся енолятов **2** и **3** происходит медленно. Образование менее устойчивого енолята **3** наблюдается при использовании очень сильных оснований, например, диизопропиламида лития (LDA) или трифенилметиллития. Важным фактором является температура: при низких температурах замедляется переход енолята **3** в более стабильный енолят **2**, что делает возможным алкилирование енолята **3**. Применение ионов лития также благоприятствует кинетическому контролю, в связи с тем, что данный ион обладает малым объёмом и тесно координируется с енолятом. Протонные растворители и избыток кетона применять не следует, так как они способствуют протеканию равновесных реакций $2 \rightleftharpoons 3$ с последующим образованием смеси енолятов.

Из вышесказанного следует, что для получения термодинамически более стабильного енолята **2** необходимо использование более слабого основания (*трет*-бутилата калия или гидроокиси калия) при температурах близких к комнатной. Экспериментально было установлено, что в данных условиях возможно получить только 2-*R*-циклогекс-2-еноны. Направление атаки по атому углерода, а не кислорода определяется в соответствии с принципом ЖМКО. Получение продукта замещения в положение 2 исходного енона может быть объяснено значительно более быстрым протеканием α -алкилирования по сравнению с γ -алкилированием.

Таким образом на основании анализа литературных и экспериментальных данных сформулирован оптимальный подход к получению 2-замещённых циклогекс-2-енонов, заключающийся в использовании *трет*-бутилата калия в *трет*-бутиловом спирте при комнатной температуре и получены соответствующие производные с выходами 50-55%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Conia, J.-M. Sur l'orientation de la substitution de cétones α -éthyléniques dans quelques réactions par carbanion / J.-M. Conia, A. Le Craz // Bull. Soc. Chim. Fr. 1960. – № 7. – P. 1327–1332.

2. Conia, J.-M. Alcoylation des cétones par l'intermédiaire de l'amylate tertiaire de sodium, Cétones éthyléniques: 5^e partie. Sur l'orientation particulière dans la mono- et la polyalcoylation de quelques cyclohexène-2-ones-1 substituées-3 / J.-M. Conia, A. Le Craz // Bull. Soc. Chim. Fr. 1960. – № 11-12. – P. 1929–1934.

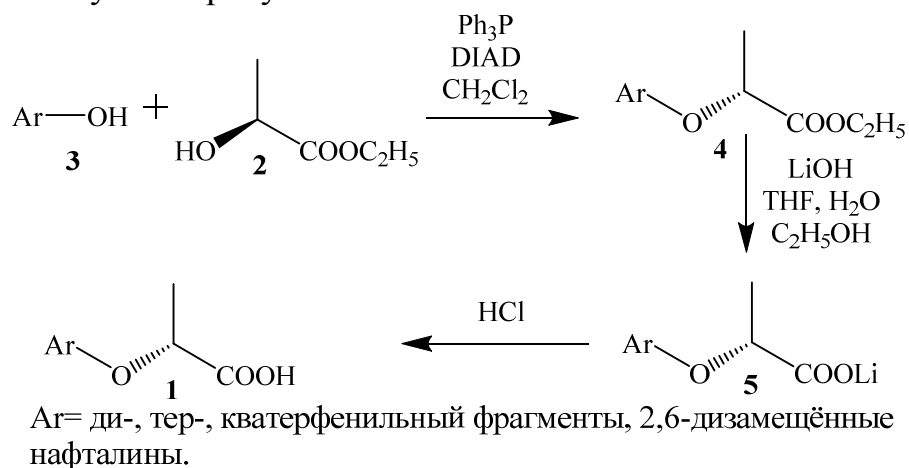
3. Conia, J.-M. Alcoylation des cétones par l'intermédiaire de l'amylate tertiaire de sodium. Cétones éthyléniques: 6^e partie. Sur l'orientation dans l'alcoylation de quelques cyclohexène-2-ones-1 non substituées-3 / J.-M. Conia, A. Le Craz // Bull. Soc. Chim. Fr. 1960. – № 11-12. – P. 1934–1937.

УДК547.622

А.С. Орёл, асп.; В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук;
С.Г. Михалёнок, доц., зав. каф. органической химии, канд. хим. наук;
Н.М. Кузьменок, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

СИНТЕЗ ХИРАЛЬНЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ ЭТИЛ-L-ЛАКТАТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Разработка принципов создания новых материалов и новых подходов к формированию композиционных систем является одной из актуальнейших фундаментальных проблем. Эффективным способом контролируемого размещения наночастиц в матрице является использование сред, обладающих ориентационным порядком и периодичностью [1]. Для достижения равномерного распределения наночастиц в объёме материала нами было предложено использовать в роли лигандов 2-арилоксипропионовые кислоты **1**. В качестве исходных соединений применяли доступный этил-L-лактат **2** и фенолы ряда ди-, тер- и кватерфенила, а также замещённые нафтолы **3**, что позволило в три стадии получить требуемые кислоты **1**.



Первой стадией предложенной схемы является получение простого эфира **4** при помощи реакции Мицунобу. Протекание данной реакции сопровождается обращением конфигурации хирального атома, но оптическая активность сохраняется. Полученный эфир **4** далее подвергали гидролизу при помощи гидроокиси лития в растворе ТГФ-

этанол-вода (2:2:1), затем соль **5** обрабатывали раствором соляной кислоты с получением целевых кислот **1**.

Таким образом в процессе проведения исследований на основе доступного этил-L-лактата и фенолов ряда ди-, тер- и кватерфенила, а также замещённых нафтолов были синтезированы анизотропные оптически активные 2-арилоксипропионовые кислоты, которые служат компонентами при создании наноразмерных композиционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gray, G.W. Liquid crystals for twisted nematic display devices / G.W. Gray, Kelly S.M. // J. Mater. Chem. 1999. –Vol.9, № 11. – P. 2037–2050.

УДК 547.514.472

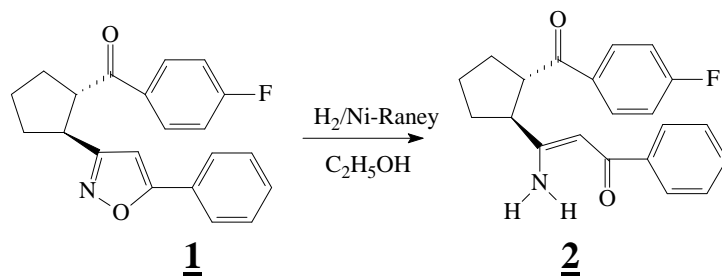
И.П. Антоневиц, канд. хим. наук, доц.;
Я.М. Каток, канд. хим. наук, доц.;

С.В. Нестерова, канд. хим. наук, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

СИНТЕЗ (Z)-3-АМИНО-1-(ФЕНИЛ)-3-(2-(4-ФТОРБЕНЗОИЛ)ЦИКЛОПЕНТИЛ)-ПРОП-2-ЕН-1-ОНА КАК ФТОРСОДЕРЖАЩЕГО ПРОСТАНОИДА

Известно, что введение атома фтора в молекулу биологически активного вещества может повышать его стабильность при сохранении или повышении соответствующей биологической активности [1–3]. В этой связи актуальным является синтез новых фторсодержащих аналогов природных соединений, в частности, простаноидов, которые отличаются высокой химической и метаболической нестабильностью.

С целью синтеза нового фторсодержащего простаноида было проведено восстановительное расщепление [2-(5-фенилизоксазол-3-ил)-циклопентил]-(4-фторфенил)метанона **1** посредством каталитического гидрирования. Реакцию проводили при комнатной температуре в атмосфере водорода с использованием никеля Ренея в качестве катализатора и спирта в качестве растворителя. В результате изоксазол **1** превращался с хорошим выходом в соответствующий енаминокетон **2**. Синтез исходного изоксазола **1** приведен в работе [4].



ЛИТЕРАТУРА

1 Isanbor, C. Fluorine in medicinal chemistry: A review of anti-cancer agents / C. Isanbor, D. O'Hagan // *J. Fluorine Chem.* 2006. – Vol. 127. – P. 303–319.

2 Be'gue', J.-P. Recent advances (1995–2005) in fluorinated pharmaceuticals based on natural products / J.-P. Be'gue', D. Bonnet-Delpon // *Journal of Fluorine Chemistry.* – 2006. – Vol. 127. – P. 992–1012.

3 Shah P., Westwell A. D. The role of fluorine in medicinal chemistry // *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry.* 2007. Vol. 22. No. 5. P. 527–540.

4. Антоневиц, И. П. Взаимодействие (2-фторфенил)- и (4-фторфенил)-(2-нитрометилциклопентил)метанона с фенилацетиленом / И. П. Антоневиц, Я. М. Каток, С. В. Нестерова // *Труды БГТУ. Химия, технология орган.в-в и биотехнология.* – 2015. – № 4 (177). – С. 83–89.

УДК 678.046.9

В. В. Мяделец, мл. науч. сотр.;
А. В. Касперович, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ, СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ИЗМЕЛЬЧЕННЫЙ ВУЛКАНИЗАТ

При рассмотрении свойств вулканизатов эластомерных композиций важную роль играет время приложения внешнего силового воздействия. Упруго-прочностные и релаксационные свойства вулканизата зависят не только от свойств пространственной сетки, образованной за счет серных связей между цепями каучука, но и от узлов, образованных за счет ионных, координационных, водородных или ван-дер-ваальсовых связей, физических зацеплений и переплетений.

Цель работы – исследовать релаксационные свойства эластомерных композиций, наполненных модифицированным измельченным вулканизатом (МИВ).

В качестве объектов исследования использовался измельченный

вулканизат (ИВ) из облоя РТИ (на основе бутадиен-нитрильного каучука), который подвергался модификации при помощи ПЭГ-4000.

Полученный модифицированный измельченный вулканизат вводился в производственную эластомерную композицию на основе бутадиен-нитрильного каучука, которая используется для изготовления масло-бензостойких уплотнений. В качестве объекта сравнения использовались композиции, наполненные немодифицированным измельченным вулканизатом (НИВ).

В результате исследований установлено, что модификация измельченного вулканизата при помощи ПЭГ-4000 приводит к улучшению взаимодействия на границе раздела «измельченный вулканизат – эластомерная матрица». Это подтверждается улучшением комплекса свойств резин, наполненных модифицированным измельченным вулканизатом, в сравнении с композициями, содержащими НИВ. Установлено, что некоторые свойства исследуемых композиций превосходят значения, характеризующие базовую производственную смесь. Например, такие важные для уплотнений характеристики как ООДС и стойкость к действию агрессивных сред при дозировке 70 масс.ч. МИВ на 18,0% ниже относительно значение данного показателя для производственной композиции без добавок, а изменение массы в смеси «изооктан:толуол» (7:3) – ниже на 13,4%.

В работе проведены исследования процесса релаксации напряжений экспериментальных композиций при деформации сжатия. Проведен регрессионный анализ полученных результатов и определены параметры, характеризующие процесс физической релаксации напряжений. Установлено, что с увеличением дозировки НИВ происходит уменьшение условного модуля E_1 на быстрой стадии физической релаксации. В случае применения МИВ в составе эластомерных композиций значения E_1 находятся в диапазоне от 1,17 до 1,38 МПа, что в 1,52–2,7 раза выше, чем для композиций, содержащих НИВ. Условный модуль E_2 , характеризующий медленную стадию, для образцов с НИВ уменьшается незначительно и находится в интервале значений 7,32–7,55 МПа, а для образцов с МИВ – в диапазоне 5,91–7,73 МПа. Полученные данные позволяют предположить различные механизмы протекания процесса физической релаксации напряжений в резинах содержащих НИВ и МИВ.

Установлено, что условные модули, характеризующие быструю и медленную стадию релаксации напряжений при деформации сжатия, имеют высокую степень корреляции с условно-равновесным модулем резин, а также показателем относительной остаточной деформации и условной прочностью при растяжении.

О. М. Касперович, доц., канд. техн. наук;
М. В. Альховик, магистрант;
А.Г. Любимов, ст.преп., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

МОДИФИКАЦИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО ПОЛИУРЕТАНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДОШВЫ ОБУВИ

Подошва – одна из самых важных частей обуви, которая во многом определяет срок ее службы. Именно подошва подвергается интенсивным механическим воздействиям, истиранию о землю и многократным деформациям. Поэтому материалы, применяемые для изготовления подошв, должны быть максимально устойчивы к указанным воздействиям.

Современная подошва изготавливается из полимерных материалов, которые обладают рядом необходимых свойств: хорошей термостойкостью при воздействии высоких температур и эластичностью при низких температурах; стойкостью к воздействию микроорганизмов, растворителей, щелочей, кислот, радиации, света, озона; высокой остаточной прочностью при многократном изгибе и сопротивлением разрыву; высокой степенью электроизоляции.

Изготовление высококачественных подошв и комплектующих повседневной, специальной, модельной и детской обуви при снижении их стоимости является актуальным вопросом.

В данной работе объектом исследования были термопластичный полиуретан (ТПУ) марки NF–950 фирмы NANTICO, мягкий и жесткий поливинилхлорид (ПВХ) марок ПЛ-2 В49 и ПЛ-2 В95, соответственно. Данные марки ПВХ используются в обувном производстве.

Модифицируя состав полиуретановых подошв, можно достичь улучшения их механических и физико-химических свойств, продлить срок эксплуатации, а также снизить стоимость изготовления, поскольку ТПУ является достаточно дорогим сырьем по сравнению с ПВХ.

Было установлено, что при введении в ТПУ от 10 до 30 мас. % жесткого ПВХ увеличивает его твердость и прочностные показатели, что является немаловажным для получаемого изделия.

При добавлении мягкого ПВХ, твердость незначительно увеличивается, если ПВХ содержится в исходной композиции от 10 до 20 мас. %. Но при введении большего количества мягкого ПВХ, резко снижается вязкость получаемого расплава, что затрудняет процесс переработки.

И.П.Трифонова, доц., канд. хим. наук;
Ю.А. Муравьева, магистрант; В.А. Бурмистров, проф., д-р хим. наук
(ИГХТУ, г. Иваново, Россия)

ИНКОРПОРИРОВАНИЕ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛОВ В ПОЛИМЕРНУЮ МАТРИЦУ КАК СПОСОБ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ МЕМБРАН

Существуют различные способы введения (инкорпорирования) функциональных добавок в полимерные матрицы. Для таких макрогетероциклов как порфирины и металлопорфирины наиболее часто применяется иммобилизация с образованием химической связи между молекулой-«добавкой» и макромолекулой и иммобилизация без химической связи в так называемых молекулярных контейнерах. Полимерная матрица позволяет увеличить содержание порфирина до нескольких процентов против сотых долей процента в растворе при его молекулярно- дисперсном состоянии[1]. Кроме того, иммобилизация в молекулярных контейнерах обеспечивает доступности реакционного центра порфирина для водных и водно-органических реагентов.

Полимерные мембраны модифицированные тетрафенилпорфином (H_2TPP) и 5,10,15,20 - тетра(4-метоксифенил)порфином (ТМТРР) были получены из диацетата целлюлозы путем формования из раствора. Проведен спектральный анализ модифицированных мембран в УФ и видимой областях спектра. Установлено, что, спектральные кривые (рис.1) и значения молярных коэффициентов экстинкции одинаковы для полимерной матрицы и для раствора. Таким образом, выполнение закона Ламберта-Бера свидетельствует о молекулярно-дисперсном состоянии порфирина.

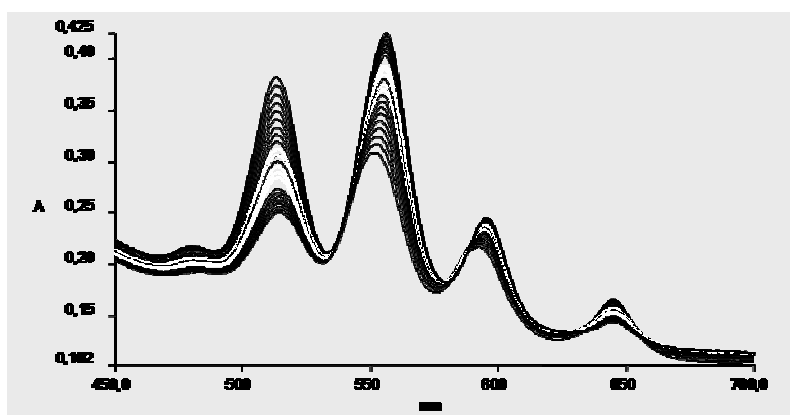


Рис. 1. Эволюция электронных спектров поглощения при комплексообразовании $Zn(OAc)_2$ с H_2TPP , инкорпорированным в ацетилцеллюлозную матрицу при 298К.

Исследована кинетика реакции образования комплексов H_2TRP и $TMTTP$ с ацетатом цинка $Zn(OAc)_2$ в полимерной матрице и в растворе. Показано, что наличие объемных заместителей приводит к уменьшению константы скорости как в низкомолекулярном растворителе, так и в полимерном окружении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трифонова, И.П. Влияние диацетилцеллюлозной матрицы на кинетику образования комплексов Zn и Cd с тетрафенилпорфином/ И. П. Трифонова, В. Д. Кононов, В. А. Бурмистров, О. И. Койфман. Журнал физической химии, 2011, том 85, № 4, с. 684–688.

УДК 542.06

А. Е. Яковлева, асп.; С.А. Забелкин, доц., канд. техн. наук;
А.Н. Грачев, проф., д-р техн. наук;
В.Н. Башкиров, проф., д-р техн. наук
(ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань)

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОЧНОСТЬ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Задача замещения фенола возобновляемым сырьем становится актуальной в связи с истощением запасов и непрерывным ростом стоимости ископаемых ресурсов. Таким сырьем могут являться жидкие продукты, получаемые в процессе быстрого пиролиза биомассы, в частности древесины и её отходов. Быстрый пиролиз представляет собой процесс термического разложения органических соединений при температуре 450-550 °С в отсутствие окислителя с высокой скоростью нагрева и малым временем пребывания продуктов в зоне реакции (менее 2 с) [1].

Основными продуктами быстрого пиролиза растительной биомассы являются пиролизная жидкость (бионефть), неконденсируемые газы и уголь. Бионефть содержит более 350 химических компонентов, среди которых содержатся замещённые фенолы и олигомеры лигнина, которые потенциально могут использоваться в качестве компонента для производства фенолформальдегидных смол (ФФС) [2].

Синтез фенолформальдегидной смолы производился с использованием формалина и едкого натра с замещением фенола пиролизной жидкостью в количестве 20, 40, 60, 80 и 100%.

Для исследования прочностных характеристик полученных образцов ФФС были склеены образцы фанеры на их основе. Для этого

листы шпона размером 100x100 мм были высушены в сушильном шкафу при 40-45°C до содержания летучих веществ и влаги 10-12%. Из одного листа, предназначенного для внутреннего слоя фанеры, и двух листов, предназначенных для наружных слоёв фанеры, при взаимно перпендикулярном расположении волокон, был собран девяти-слойный пакет, который был склеен в прессе при рабочей температуре 145-150°C, давлении 1,96-2,45 МПа (20-25 кгс/см²). Время выдержки составило 13 мин. Далее данные образцы были проверены на прочность при изгибе на универсальная испытательной машине Gotech UAI-7000 M.

Анализ результатов показал, что прочность с увеличением содержания бионефти сначала уменьшается (для 20% бионефти), затем наблюдается увеличение прочности. При замещении 60% фенола пиролизной жидкостью в составе фенолформальдегидной смолы прочность увеличивается на 6% по сравнению с контрольным образцом.

Образцы фанеры, полученные в ходе данного исследования, можно охарактеризовать положительно как по внешним, так и по прочностным показателям.

Таким образом, можно сделать вывод о возможности замещения фенола жидкими продуктами термической переработки древесины в количестве до 60% без существенного изменения прочности получаемого клеевого соединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забелкин, С.А. Переработка древесины в жидкое топливо и его энергетическое использование/ С.А. Забелкин, А.Н. Грачёв, В.Н. Башкиров. М.: Вестник Казанского технологического университета, 2012;

2. Грачев А.Н. Прочность клеевого шва резольной фенолформальдегидной смолы при модификации продуктами быстрого пиролиза древесины/ А.Н. Грачев, С.А. Забелкин, А.Е. Яковлева, Г.М. Файзрахманова. Вестник Казанского технологического университета, 2014.

УДК 547.821

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

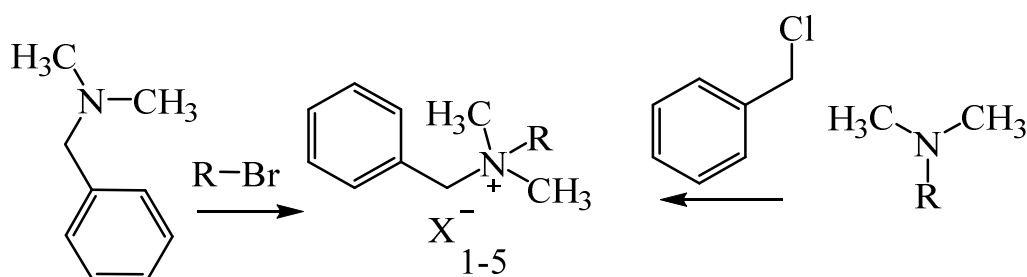
В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук;

С. Г. Михалёнок, доц., зав. кафедрой орг. химии, канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

КВАТЕРНИЗАЦИЯ ПИРИДИНА ГАЛОИДНЫМИ АЛКИЛАМИ

Бензилалконий галогениды – важный класс катионных поверхностно-активных веществ с широким спектром промышленного при-

менения. Они используются в качестве консервантов для офтальмологических, назальных и парентеральных препаратов и продуктов, в качестве местного дезинфицирующего средства, антисептиков для медицинского оборудования и др. Цель настоящей работы заключалась в разработке препаративных методов синтеза новых бензилтриалкиламмоний галогенидов кватернизацией третичных аминов галоидными алкилами. Синтез хлоридов 1–3,5 осуществляли бензилированием соответствующих диметилалкиламинов, а бромида 4 – алкилированием N,N-диметилбензиламина, при этом выход солей 3 и 4, полученных при изменении комбинации реагентов и различающихся анионами, оказался тождественным (около 89%).

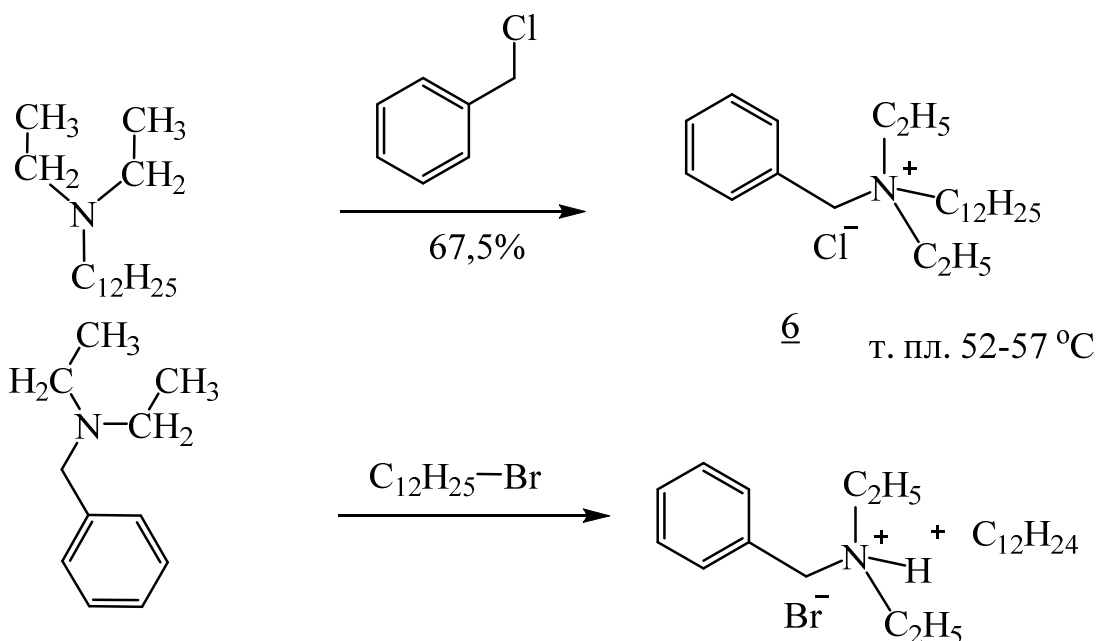


1 R = C₆H₁₃, X = Cl; 2 R = C₈H₁₇, X = Cl; 3 R = C₁₂H₂₅, X = Cl;
4 R = C₁₂H₂₅, X = Br; 5 R = C₁₆H₃₃, X = Cl

Для синтеза бромидов и хлоридов были получены третичные амины (N,N-диэтилбензиламин и N,N-диэтилододекан-1-амин), которые были вовлечены в аналогичные реакции с участием децилбромида и бензилхлорида соответственно. Однако оказалось, что кватернизация гладко происходит только в случае бензилирования с выделением хлорида 6 с выходом 67,5%. Увеличение времени и температуры реакции, замена растворителя (ацетон, ацетонитрил, толуол) не позволили выделить ожидаемый бромид N-бензил-N,N-диэтилододекан-1-аммония, а привели к отделению гидробромида исходного амина и образованию смолообразных окрашенных продуктов. Последние представляют собой продукты полимеризации алкена, полученного в результате элиминирования бромистого водорода под действием N,N-диэтилбензиламина, выступающего в этой реакции в качестве основания.

Введение в реакцию кватернизации пространственно затрудненных аминов делает предпочтительной комбинацию реагентов, предполагающую участие в реакции нуклеофильного замещения активного бензилхлорида, а не первичного алкилбромида с длинной алифатической цепью, поскольку в последнем случае стерические препятствия S_N2 реакции становятся непреодолимыми и начинается

преобладать процесс элиминирования.



Эти заключения подтверждаются реакцией N-додecilморфолина с бензилхлоридом в ацетонитриле, в результате которой с выходом 59% получен хлорид N-бензил-N-додecilморфолина **7**. Комбинация реагентов при попытке получения бромида N-бензил-N-додecilпиперидиния с участием N-бензилпиперидина и додecilбромида, как и в описанном выше примере, оказалась неуспешной, что также находится в соответствии с изложенными выводами.

УДК 547.622

А.С. Орёл, асп.; В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук;
 С.Г. Михалёнок, доц., зав. каф. органической химии, канд. хим. наук;
 Н.М. Кузьменок, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

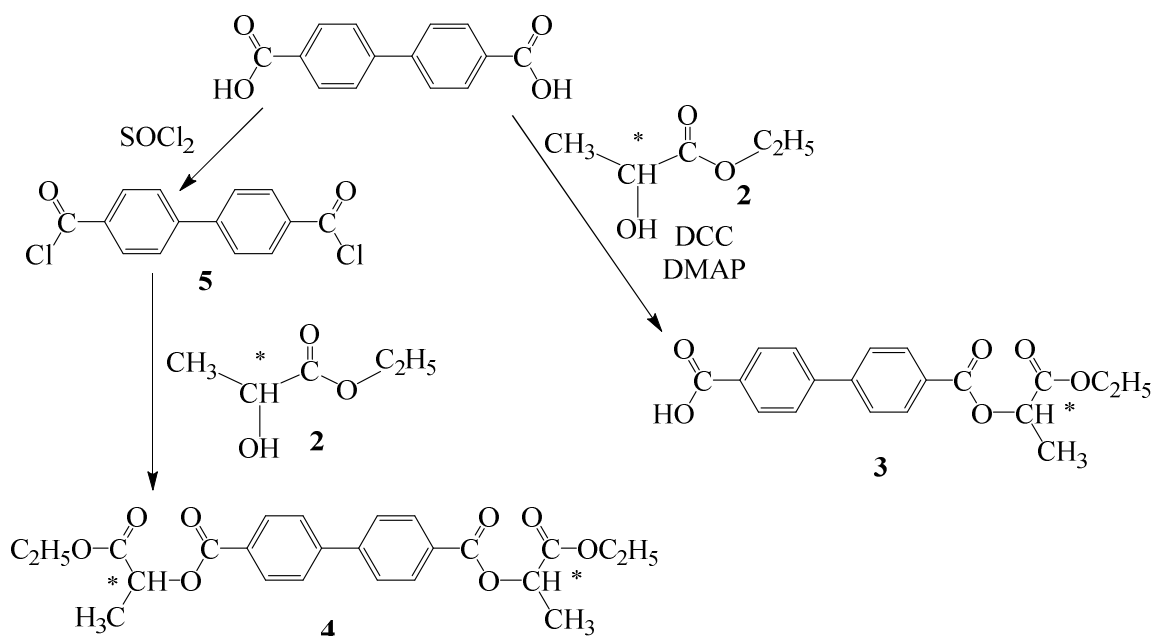
АЦИЛИРОВАНИЕ ЭТИЛ-L-ЛАКТАТА 4,4'-ДИФЕНИДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

Одно из направлений современного органического синтеза – получение соединений, обладающих комплексом полезных свойств. Направленная модификация легкодоступных производных дифенила является перспективным направлением, которое в данном момент развивается на кафедре органической химии БГТУ.

Синтез хиральных производных дифенила на основе природных оптически активных соединений представляет несомненный интерес. В качестве исходных веществ в данной работе были использованы доступные 4,4'-дифенилдикарбоновая кислота **1** и этил-L-лактат **2**.

Целью данного исследования было получение моно- и бис-эфиров 4,4'-дифенилдикарбоновой кислоты – перспективных в качестве холестерических ЖК.

Поставленная задача была решена применением различных реагентов с получением моно- и бис-эфиров. Для синтеза моноэфира 4,4'-дифенилдикарбоновой кислоты была использована реакция этерификации по Стеглиху. Для получения бисэфира **4** исходную кислоту **1** предварительно перевели в её хлорангидрид **5**, к которому добавили этил-L-лактат **2**.



Моноэфир 4,4'-дифенилдикарбоновой кислоты **3** имеет свободную карбоксильную группу, что даёт возможность для дальнейшего наращивания молекулы. Строение всех синтезированных соединений подтверждено данными ПМР- и ИК-спектроскопии.

УДК 615.07:615.477.88

С.В. Гужова, Н.Н. Симонова, Ю.Н. Хакимуллин,
Е.Н. Черезова, Р.С. Яруллин

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»)

МИГРАЦИЯ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ РЕЗИНОВЫХ ПРОБОК ДЛЯ УКУПОРКИ ИНФУЗИОННЫХ И ИНЪЕКЦИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Более 70 лет инфузионные и инъекционные препараты укупориваются резиновыми пробками на основе бутил- и галобутилкаучуков.

Кроме того, установлено, что пробки, входящие в состав вакуумных контейнеров для отбора венозной крови, поставляемые 100-% по импорту из Европы и Азии, производятся также из резин на основе бутил- и галобутилкаучуков.

Обобщенные данные практических результатов по производству и использованию лекарственных препаратов, закупоренных пробками из резины на основе бутилкаучуков, показывают, что при длительном хранении инъекционных растворов может увеличиваться их мутность, образоваться взвесь и появляться запах, характерный для летучих сульфидов [1].

Химические изменения в полимерах сопровождаются часто образованием низкомолекулярных газообразных веществ [2]. Так резины и изделия из них, выделяют смесь газообразных веществ: углеводороды, кислород- азот- сера-, галоген-, фосфорсодержащие соединения. Опасность вредного воздействия полимерных изделий определяется обычно токсичностью и химической активностью низкомолекулярных веществ, а не самим полимером [3].

Для оценки миграции газообразных серосодержащих веществ из эластомерных составляющих фармацевтической упаковки рекомендован метод, указанный в ГОСТ Р ИСО 8871-1-2010 [4].

Данный метод основан на переводе всех газообразных серосодержащих веществ в сероводород. Качественное определение «летучих сульфидов» проводится визуально по образованию темного пятна (сульфида цинка), которое не должно быть интенсивнее, чем пятно, полученное с помощью эталона-сравнения (раствора сульфида натрия ($\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$) в 2%-ом растворе лимонной кислоты).

Образец исследуемой резины, площадью 20 см^2 , помещают в коническую колбу и добавляют 50 мл 2%-го раствора лимонной кислоты, затем накрывают свинцовой бумагой и сверху химическим стаканом, и автоклавируют при температуре $(120\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30 минут.

Предлагаемый метод имеет существенный недостаток – это перевод всех газообразных серосодержащих веществ в сероводород. Кроме того, при выполнении данного анализа используется высоколетучая уксусная кислота, а так же сульфид натрия ($\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$) – гигроскопичное химическое вещество, способное быстро обводняться и требующее особых условий хранения и транспортировки.

Для определения качественного состава и количественного содержания индивидуальных веществ из многокомпонентной смеси всех видов летучих органических веществ, мигрирующих из пробок, нами была разработана методика, позволившая идентифицировать и количественно определять содержание каждого летучего соединения

без какой-либо пробоподготовки.

Установлено, что из укупорочных пробок происходит миграция следующих летучих органических соединений: метанола, ацетона, изогексана, изопентана, н-гексана, а также сероуглерода, сероокиси углерода и других углеводородов, которые в процессе хранения окисляются до метанола и ацетона, что было нами также установлено в результате исследований пробок изготовленных фирмами «Austar» (Китай) и «Киевгума» (Украина) после 2-х лет хранения.

Установлено, что по видам и количественному содержанию летучих органических соединений пробки, изготовленные на основе галобутилкаучуков, загрязнены намного больше, чем на основе бутилкаучуков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тенцова, А.И. Полимеры в фармации / А.И. Тенцова, М.Т. Алюшин. – М.: Медицина, 1985. – 256 с.

2. Перегуд, Проворов, В.Н. Аналитические методы контроля сырья, материалов и резиновых изделий / В.Н. Проворов, Л.В. Емельянова- М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1975. – 87 с.

3. Н.И. Грачева, А.Е. Корнев, Е.Э. Потапов, И.Л. Шмурак, Совершенствование рецептур резиновых смесей с учетом миграции ингредиентов. М.:ЦНИИТЭнефтехим, 1986. – 52 с.

4. ГОСТ Р ИСО 8871-1-2010 Эластомерные составляющие для парентеральных систем и изделий для фармацевтических целей. Часть 1. Вещества экстрагируемые при автоклавировании.

УДК 541.64

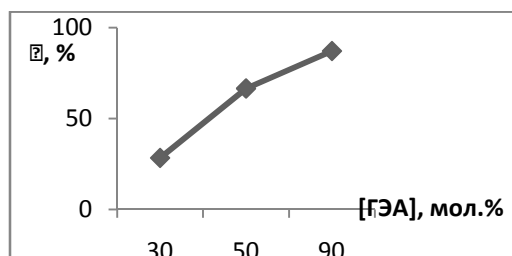
Д.Е.Абдрахманова, магистр;
Н.А.Воробьева, ст. преп.; Р.К.Рахметуллаева, ст. преп.
(КазНУ, Алматы)

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ N-ИЗОПРОПИЛАКРИЛАМИДА

В последние годы большое внимание исследователей привлекают так называемые «умные полимеры» [1, с. 214]. Это материалы, способные реагировать на небольшие изменения во внешней среде (рН, температура, ионная сила, присутствие определенных веществ, освещенность, электрическое поле) заранее запрограммированным образом [2, с. 334]. Нагревание/охлаждение на несколько градусов или небольшие изменения рН могут быть осуществлены быстро и легко, что позволяет обратимо и многократно переходить от гомогенной системы к гетерогенной, изменять в десятки раз степень набухания

гидрогелей.

Методом радикальной сополимеризацией осуществлен синтез новых сополимеров на основе N-изопропилакриламида и 2-гидроксиэтилакрилата. Соплимеризацию проводили в присутствии инициатора персульфат аммония $((\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_4)$ в термостате при температуре 60°C в течение 12 минут. Для остановки реакции провели резкое охлаждение путем помещения образцов в холодную воду. Осаждение проводили в горячей воде. Затем высушивали под вакуумом до постоянного веса. Методом гравиметрии исследовано влияние состава исходной мономерной смеси на выход сополимера ГЭА-НИПААМ. Как видно из рисунка 1, при увеличении концентрации сомономера 2-гидроксиэтилакрилата (ГЭА) в ИМС выход сополимера увеличивается, что связано с большей его активностью в радикальной полимеризации.



$$C_{[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_4]} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ г/мл}$$

Рисунок 1 - Зависимость выхода линейных сополимеров [ГЭА-НИПААМ] от состава ИМС

Далее в работе изучены термочувствительные свойства сополимеров на основе [ГЭА-НИПААМ]. Проведены визуальные наблюдения за изменением свойств водных растворов сополимеров при изменении температуры. Сделаны фотографии (рис. 2).

[ГЭА-НИПААМ] – 30:70 мол.%	Температура, °C	[ГЭА-НИПААМ] – 50:50 мол.%

Рисунок 2 - Изменение свойств водных растворов сополимеров при изменении температуры

В работе изучено изменение оптической плотности с увеличе-

нием температуры(рисунок 3). Наблюдаем, что резкое увеличение значения оптической плотности происходит при температуре +35 °С.

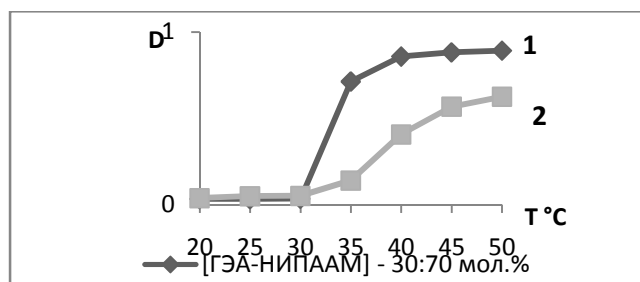


Рисунок 3. Зависимость оптической плотности от изменения температуры в диапазон от 20 до 50 °С.

Таким образом, в данной работе были получены сополимеры на основе ГЭА-НИПААМ различного состава. Установлено, что выход полимера зависит от содержания ГЭА в исходной мономерной смеси. Показано, что сополимеры обладают термочувствительными свойствами в интервале от 30 до 35 градусов, переход зависит от состава и концентрации сополимера ГЭА-НИПААМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ергожин Е.Е., Зенин А.Б., Сулейменов И.Э., Мун Г.А. Гмдрофильные полимеры в нанотехнологии и наноэлектронике (монография) / Библиотека нанотехнологии Алматы-Москва: LEM, 2008, 214 с.
2. K.R.C.Gisser, M.J.Geselbracht, A. Capellari, L.Hunsberger, A.V.Ellis, J.Perepezhko, G.C.Lisensky, J.Chem.Educ., 71, 334 (1994).

УДК 678.7-139-9: 678.742.3:678.762.2

Р. Р. Миннегалиев, И. И. Вахитов,
А. Р. Каримова – маг-ты; О. А. Панфилова, асп.;
Н. А. Охотина, проф., канд. техн. наук;
С. И. Вольфсон, проф., д-р. техн. наук (КНИТУ, г. Казань)

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВУЛКАНИЗАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ

Термопластичные вулканизаты (ТПВ) – особый класс полимерных композиционных материалов. Благодаря совмещению термопласта и эластомера в процессе смешения с одновременной вулканизацией каучуковой фазы формируется гетерогенный материал, в котором в качестве дисперсной фазы выступают частицы вулканизированного каучука, равномерно распределенные в матрице термопласта. Подобная структура позволяет материалу обладать в условиях эксплуатации

свойствами сшитых эластомеров, а при высоких температурах – перерабатываться, подобно термопластам [1,2].

Выбор типа используемых при изготовлении ТПВ полимеров определяет конечные свойства материала. В настоящей работе в качестве матрицы ТПВ был выбран наиболее широко распространенный полиолефин – полипропилен (ПП); в качестве неполярного каучука, хорошо совмещающегося с полипропиленом и обеспечивающего высокий уровень упруго-прочностных свойств – изопреновый каучук СКИ-3. Для повышения стойкости композиции к действию агрессивных сред использовался сополимер бутадиена с нитрилом акриловой кислоты БНКС-28АМН. Для вулканизации каучуковой фазы применялась серно-ускорительная вулканизирующая система.

ТПВ получали при высокоскоростном и высокотемпературном смешении в смесителе закрытого типа. Был использован двустадийный режим, когда на первой стадии готовится резиновая смесь, которая на второй стадии смешивается с компонентами фазы термопласта [3]. Далее материал перерабатывали методом экструзии и литья под давлением. Согласно результатам физико-механических испытаний, оптимальное соотношение компонентов СКИ-3: БНКС-28АМН: ПП составляет 60: 10: 30 [4].

Морфология ТПВ исследовалась методом оптической микроскопии с использованием различных режимов микроскопического контрастирования: светлое поле, темное поле, скрещенные николи, фазовый контраст. В предыдущих работах [5] было показано, что вследствие многокомпонентности ТПВ на основе смеси каучуков и полипропилена обладают достаточно сложной морфологией: в полипропилене, который является дисперсионной средой, имеются области, в разной степени обогащенные каучуком. При этом фрагменты полярного каучука размещаются как в среде полипропилена, так и в зонах, обогащенных неполярным каучуком, а диапазон размеров частиц дисперсной фазы зависит от режима изготовления.

В рамках данной работы оценивалось влияние технологических параметров на формирование структуры конечного материала. Для образцов, полученных как экструзией, так и литьем под давлением, было показано, что при формировании структуры ТПВ происходит диспергирование каучуков в матрице ПП, однако, в образцах, полученных экструзией, наблюдается градиент распределения частиц эластомера в ПП: так, внутренние слои обогащены каучуком, в то время как наружные слои – обеднены, т.е. характеризуется малой эластификацией. Образцы, полученные литьем, характеризуются отсутствием градиента распределения полимерных компонентов по объему и по-

вышенной кристалличностью матрицы, способствующей упрочнению ТПВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холден, Д. Термоэластопласты / Д. Холден, Х. Р. Крихельдорф, Р. П. Куирк. – 2011. – 720 с.
2. Вольфсон, С.И. Динамически вулканизованные термоэластопласты: получение, переработка, свойства / С.И. Вольфсон // М.: Наука. – 2004. – 170с.
3. Способы получения термопластичных вулканизатов на основе смеси каучуков и полипропилена / С. И. Вольфсон [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. Т.18, № 14–С. 96–98.
4. Динамически вулканизованные термоэластопласты на основе смеси каучуков разной полярности и полипропилена / С. И. Вольфсон [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. Т.18, № 14. – С. 90-92.
5. Структура термопластичных вулканизатов на основе каучуков различной полярности и полипропилена / О. А. Панфилова [и др.] // Каучук и резина. – 2016. – № 4. – С. 12-15.

УДК 678.019.31

С.А. Федотов, С.М. Хурматуллина – маг-ты;
Э.Р. Рахматуллина, асп.;
М.С. Лисаневич, доц., канд. техн. наук;
Р.Ю. Галимзянова, доц., канд. техн. наук;
Ю.Н. Хакимуллин, проф., д-р. техн. наук
(КНИТУ, г. Казань)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА НА ЕГО СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА

Один из самых востребованных полимеров в мире – полипропилен, изделия из которого широко применяются во многих сферах жизнедеятельности людей. Полипропилен успешно применяют и для медицинских целей, и для контакта с пищевыми продуктами. Благодаря своей химической стойкости полипропилен занимает достойное место в медицинской отрасли [1,2].

Многие медицинские изделия из полипропилена подвергаются стерилизации, как правило, радиацией, так как это наиболее эффективный и экологически чистый метод [3]. Стерилизующим агентом при радиационной стерилизации могут быть проникающее гамма или электронное излучение [4].

Известно, что ионизирующее излучение приводит к деструкции полипропилена, которая проявляется в уменьшении технических показателей изделий на его основе. Благодаря присутствующему в полимере кислороду возможны автоокислительные реакции, которые, могут продолжаться длительное время после облучения изделий, способствуя разрушению материала, что отражается на его работоспособности [5].

Учитывая то, что с каждым годом объемы производства и потребления полипропилена растет, возникает необходимость в изучении влияния ионизирующих облучений, и термоокислительного старения на технические свойства полипропилена.

В рамках данной работы оценивались характерные показатели радиационной стойкости и характерные показатели термоокислительного старения, для возможного контроля потребительских свойств полипропилена после стерилизации. Оценить влияние электронного излучения на свойства материалов медицинского назначения на основе полипропилена. Были проведены исследования и определены характерные показатели радиационной стойкости материалов медицинского назначения на основе полипропилена после воздействия электронным излучением.

Характерные показатели радиационной стойкости у полипропилена марки РРН350FF/1 являются показатель текучести расплава (увеличилось в 1,75 раза), прочность при разрыве (понижилось в 0,5 раз).

У полипропилена марки 400-01030-06 характерным показателем радиационной стойкости является только показатель текучести расплава (увеличилось в 3 раза).

Характерными показателями термоокислительного старения у полипропилена марки РРН350FF/1 является прочность при разрыве (увеличивается), относительное удлинение при разрушении (понижилось в 76раз), модуль упругости (повышается в 4раза).

У полипропилена марки 400-01030-06 характерными показателями термоокислительного старения являются относительное удлинение при разрушении (понижилось в 33раза) и модуль упругости (повышается в 4раза).

Такие показатели как предел текучести при растяжении, относительное удлинение при разрушении и модуль упругости у образцов после электронного излучения изменились не значительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генель С.В. Применение полимерных материалов в качестве покрытий / С.В. Генель, В.А. Белый, В.Я. Булгаков, Г.А. Гехтман. –

М.: Химия, 1968.– 162 с.

2. Хакимуллин, Ю.Н. Нетканые материалы на основе полимеров, используемые для производства медицинской одежды и белья, стерилизуемой радиационным излучением: виды материалов, технологии производства / Ю.Н. Хакимуллин, С.И. Вольфсон, Р.Ю. Галимзянова, И.В. Кузнецова, А.В. Ручкин, И.Ш. Абдуллин // Вестник Казанского технологического университета.– 2011. – №23. – С. 97–103.

3. Иванов, В.С. Радиационная химия полимеров: учебное пособие для вузов/ В.С. Иванов. – Л.: Химия, 1988. – 320 с.

4. Вашков В.И. Средства и методы стерилизации, применяемые в медицине. М., Медицина, 1999., 368с.

5. Oliani W.L., Parra D.F., Riella H.G. et al. // Radiation Physics and Chemistry. 2012. N.81. P.1460-1464.

УДК 678.049.13

И.Б. Шилов, доц., канд. хим. наук;
С.В. Фомин, доц., канд. техн. наук;
И. А. Мансурова, доц., канд. техн. наук;
А.А. Бурков доц., канд. хим. наук
(ВятГУ, г. Киров)

РАЗРАБОТКА СМЕСЕВЫХ ПЛАСТИФИКАТОРОВ

Смесевые пластификаторы в настоящее время сравнительно редко используются в резиновой промышленности. Однако, известно, что применение смесей пластификаторов может приводить к улучшению характеристик резин. Например, известно улучшение морозостойкости резин при использовании смесей пластификаторов. Один из пластификаторов может снижать температуру стеклования, второй пластификатор может подавлять кристаллизацию. Было показано, что применение смесей пластификаторов эфира пентаэритрита и синтетических жирных кислот $C_5 - C_9$ (ПЭТ) и три(β -хлорэтил)фосфата (ТХЭФ) приводит к улучшению условной прочности при растяжении и сопротивления раздиру вулканизатов на основе наирита КР и СКН-40АСМ на 15-30% по сравнению с вулканизатами, содержащими индивидуальные пластификаторы.

Проводили исследование смесевых пластификаторов для резин на основе каучуков с различной полярностью. Исследовали резины на основе, бутадиен-стирольного (СКМС-30 АРК), хлоропренового (наирита КР), изопренового (СКИ-3) и бутадиен-нитрильных каучуков (СКН-18 АСМ, СКН-26 АСМ, СКН-40 АСМ). В качестве пластификаторов исследовали три(β -хлорэтил)фосфат (ТХЭФ), дибутилфталат (ДБФ) и масло ПН-бш. Предварительно было показано, что с ПН-бш

лучше всего совмещается с каучуком СКИ-3, ДБФ – с каучуком СКН-18 АСМ, а ТХЭФ – с каучуком СКН-40 АСМ. При выборе смесевых пластификаторов предварительно оценивали совместимость смесевых пластификаторов с исследуемыми каучуками. Изучали влияние соотношения выбранных для исследования смесевых пластификаторов на характеристики смесей и вулканизаторов.

На основании проведенных исследований, для улучшения характеристик резиновых смесей и вулканизаторов на основе каучука СКН-26 АСМ можно рекомендовать смесевой пластификатор ТХЭФ – 30% ДБФ – 70%, для улучшения характеристик резиновых смесей и вулканизаторов на основе каучука СКМС-30 АРК можно рекомендовать смесевой пластификатор ДБФ – 20% и ПН-6 – 80%.

УДК 547.794.3

Ю. В. Бутина, асп.;

Е. А. Данилова, д-р хим. наук, проф.;

А. С. Малясова, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.

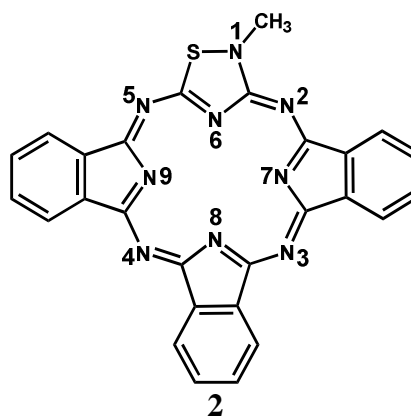
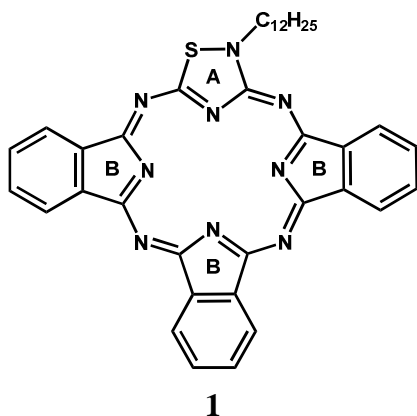
(ФГБОУ ВО «ИГХТУ», г. Иваново)

ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ АВВВ-ТИПА НА ОСНОВЕ 5-АМИНО-2-ДОДЕЦИЛ-3-ИМИНО- 1,2,4-ТИАДИАЗОЛИНА

В последнее время внимание ученых обращено к синтезу так называемых «молекулярных хамелеонов» – соединений, обладающих уникальной возможностью постсинтетической модификации оптических свойств молекулы. Такая способность подобных соединений может быть широко использована в различных областях, например, в медицине для лечения онкологических заболеваний [1].

Макрогетероциклическое соединение АВВВ-типа (**1**), в котором А – фрагмент 5-амино-2-додecil-3-имино-1,2,4-тиадиазолина, В – изоиндольное ядро, синтезировано в соответствии с методикой [2].

В электронном спектре раствора продукта **1** в дихлорметане наблюдается максимум поглощения в области 459 нм. Нами было замечено, что при растворении **1** в моногидрате происходит значительное батохромное смещение максимума поглощения до 611 нм, что свидетельствует о протонировании молекулы **1**. Изучение кислотно-основных взаимодействий **1** в среде $\text{CH}_2\text{Cl}_2\text{-CF}_3\text{COOH}$ (рис. а), позволило установить, что происходит взаимодействие **1** с одной молекулой кислоты.



Спектрофотометрическое титрование в среде $C_2H_5OH-H_2SO_4$ (рис. б) показало существование непротонированной ($\lambda=478$ нм) и двух протонированных форм ($\lambda = 550$ нм, $\lambda = 716$ нм). При этом было замечено, что при добавлении к раствору **1** в кислоте некоторого количества основания происходит обратный процесс: переход протонированной формы в непротонированную. Таким образом, соединение **1** можно отнести к «молекулярным хамелеонам».

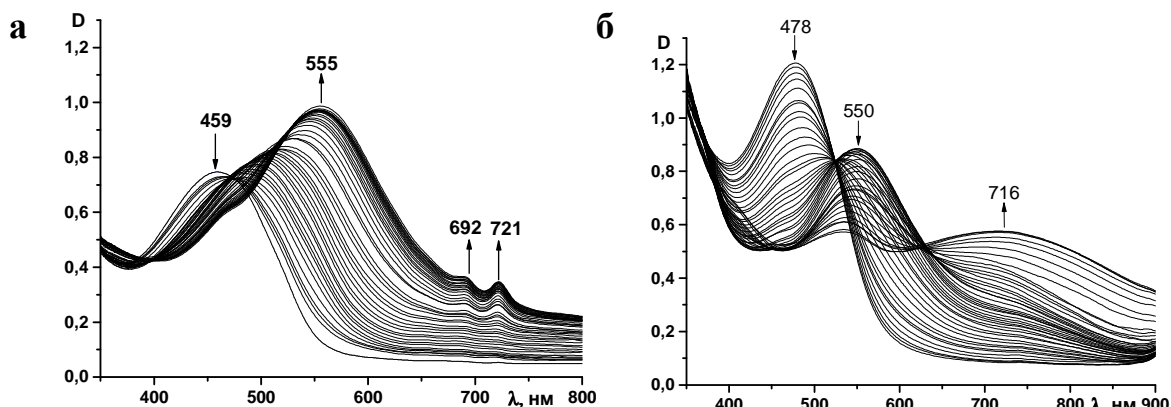


Рисунок - Изменение ЭСП соединения **1 в среде:**
а) $CH_2Cl_2-CF_3COOH$; б) $C_2H_5OH-H_2SO_4$

Для определения наиболее вероятного места присоединения протона нами выполнены квантово-химические расчеты модельного соединения **2** методом DFT с использованием гибридного функционала B3LYP и базисного набора 6-31G(d,p). Расчеты, выполненные с полной оптимизацией геометрических параметров, показали, что наиболее предпочтительным центром для протонирования на первой стадии является внутрициклический атом азота изоиндольного ядра, расположенного напротив 2N-замещенного 1,2,4-тиадиазольного фрагмента (положение 8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Safonova, E. A. A molecular chameleon: reversible pH- and cation-induced control of the optical properties of phthalocyanine-based complexes in the visible and near-infrared spectral ranges / E. A. Safonova, A. G. Martynov, S. E. Nefedov, G. A. Kirakosyan, Y. G. Gorbunova, A. Yu. Tsivadze. // *Inorg. Chem.* – 2016. – V. 55. – P. 2450–2459.

2. Butina, Yu. V. Synthesis and properties of macroheterocyclic compound of ABBB-type with fragment of 5-amino-2-dodecyl-3-imino-1,2,4-thiadiazoline / Yu. V. Butina, T. V. Kudayarova, E. A. Danilova, N. N. Semenishin // *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* – 2016. – Vol. 59, N 10. – P. 37–40.

УДК 678.8-022.532

И. А. Мансурова, доц., канд. техн. наук;
А.А. Бурков доц., канд. техн. наук;
И.Б. Шилов, доц., канд. хим. наук;
Э.О. Долгий, студ.; А.А. Савин, студ.
(ВятГУ, г. Киров)

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВУЛКАНИЗАТАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАЛОСЛОЙНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Как известно, релаксационные свойства полимеров определяются подвижностью макромолекул, их сегментов и боковых групп. В свою очередь релаксационные свойства наполненных полимеров существенно зависят от характера взаимодействия макромолекул с поверхностью наполнителя, т.к. в результате адсорбции изменяется набор возможных конформационных превращений у макромолекул граничного слоя, их физические, химические и механические свойства. При использовании наноразмерных наполнителей свойства материала в значительной степени определяются существованием граничных слоев и их вкладом в релаксационные свойства материала в целом.

В настоящей работе исследуется молекулярная подвижность каучука методами ДМА (DMA 242С ф. «Netzsch») и ДСК (DSC анализатор ф. «Shimadzu») в вулканизатах, модифицированных малослойными углеродными нанотрубками (УНТ) серии «Tuball». Вулканизаты изготовлены на основе смеси каучуков СКД и СКИ-3, наполнены ТУ N330. Образцы модифицированных вулканизатов отличаются содержанием УНТ и условиями их функционализации техническим углеродом.

По данным ДМА установлено, что включение в структуру вулканизатов гибридных частиц мастербатчей УНТ/ТУ (где содержание

УНТ варьируется от 0,1 до 0,5 мас. ч. на 100 мас.ч. каучука) приводит к снижению T_c от 4,0 до 15,6 ° в сравнении с контролем.

Данные ДСК указывают на наличие множественных релаксационных переходов в модифицированных вулканизатах, в отличие от контрольного образца. Очевидно, что это обусловлено увеличением доли структурных единиц различного размера, изменяющих свою подвижность под влиянием наполнителя. Низкотемпературные переходы в области -123...-118°C, отсутствующие в контрольном образце могут быть связаны с появлением в вулканизатах областей с более рыхлой упаковкой макромолекул.

УДК 662.754.1/3

Е.В. Билло, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
Е.С. Сухаревская, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
А.Ю. Игнатова, канд. биол. наук, доц.;
А.В. Папин, канд. техн. наук, доц.
(КузГТУ, г. Кемерово)

УВЕЛИЧЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА ЛЁГКИХ БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

В промышленном производстве всего мира постоянно ужесточаются экологические характеристики топлива. В это же время международные и российские нормативы на автобензины сильно ограничивают содержание в топливе: бензола, серы, непредельных углеводородов, общей ароматики, кислородсодержащих соединений, возрастает контроль таких показателей, как давление насыщенных паров, фракционный состав, что оказывает существенное влияние на способы получения и состав автомобильных топлив.

Современные требования увеличивают спрос на высокоэффективную технологию изомеризации легких бензиновых фракций. Многие нефтеперерабатывающие предприятия привлекает важное потребительское свойство изомеризата. В результате смешения изомеризата и риформата выравниваются октановые характеристики бензина по всей массе испаряемого топлива. Компаундирование бензина с использованием изомеризата и риформата позволяет снизить общее содержание ароматических углеводородов и бензола при сохранении высокого октанового числа. Визомеризате отсутствуют сернистые соединения, олефиновые и ароматические углеводороды.

Актуальность включения в схему переработки нефти установки изомеризации легких бензиновых фракций обусловлена следующими задачами при получении автобензинов:

1. Ограничение ароматических углеводородов. На первом этапе

ограничение составляет 42%, далее 35% и 25%.

2. Минимизация содержания бензола до 1% масс.и менее.

3. Снижение содержания серы.

4. Снижение содержания олефинов на первом этапе до 18%, далее до 4% об.

5. Увеличение доли легких углеводородов, выкипающих при $T < 100^{\circ}\text{C}$ до 40-50%.

Реакции изомеризации парафинов происходят без какого-либо изменения объёма, в связи с этим термодинамическое равновесие зависит только от температуры.

С ростом температуры в растворе «алканы-изоалканы» равновесие смещается в сторону неразветвлённых и малоразветвлённых структур, малые температуры, наоборот, не дают образовывать сильно разветвлённые изомеры и получать изомеризат с более высокими октановыми числами [2,3,4].

Процесс изомеризации является одним из наиболее рентабельных путей получения высокооктановых компонентов бензина с хорошими экологическими свойствами. Актуальность установок изомеризации также увеличилась с вводом улучшенных сверхжестких ограничений на экологические свойства автомобильных бензинов, они включают ограничение по фракционному составу, содержанию бензола и ароматических соединений. Установки позволяют предоставить топливо с характеристиками, которые отвечают современным жестким стандартам ЕВРО-4 и ЕВРО-5. Постоянное наращивание мощностей процесса изомеризации происходит за счет модернизации существующих и строительства новых установок. Также проводятся улучшение и интенсификация действующих установок изомеризации под процессы с рециркуляцией непревращенных нормальных парафинов. Сырьём изомеризации являются легкие бензиновые фракции с концом кипения от 62°C до 85°C . Рост октанового числа достигается за счёт увеличения доли изопарафинов. Процесс происходит, как правило, в одном или двух реакторах при температуре от 110 до 450°C и давлении до 35 атм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учеб. Пособие для ВУЗов. – Уфа: Изд. «Гилем», 2002. – 672 с.

2. Ахметов, С.А., Ишмияров М.Х., Веревкин А.П., Докучаев Е.С., Малышев Ю.М. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа: Учеб. Пособие / Под ред. С.А. Ахметова. – М.: «Химия», 2005 -736 с.

3. Магарил, Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1985. – 280 с.

4. Лapidус, А.Л. Изомеризация н-гексана на Pt-содержащих цеолитах L и эрионите. // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2005. – № 7. – С. 9–12.

УДК 665.353.9

Е.В. Билло, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
Е.С. Сухаревская, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
А.К. Турыгин, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
А.Ю. Игнатова, канд. биол. наук, доц.;
А.В. Папин, канд. техн. наук, доц.
(КузГТУ, г. Кемерово)

БИОДИЗЕЛЬ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО

Причинами поисков альтернативных видов топлива является ограниченность запасов нефти и природного газа. По прогнозным данным, в ближайшие 25 лет ожидается резкое падение их добычи, постоянный опережающий рост тарифов и цен на топливо и электроэнергию по сравнению с ценами на сельскохозяйственную продукцию. В общем балансе загрязнений окружающей среды доля двигателей внутреннего сгорания превышает 70%. Поэтому в последние годы много внимания уделяется возобновляемым источникам энергии, получаемых из растительного сырья. Применительно к сельскохозяйственному производству несомненный приоритет принадлежит биотопливу на основе растительных масел, для дизельных двигателей – биодизельному топливу. Сегодня оно с успехом используется в ряде стран как альтернатива дизельному топливу.

Биодизельное топливо представляет собой метиловый эфир, добывается он путем химической обработки натуральных растительных веществ, а также жиров животных. Полученное вещество полностью соответствует требованиям дизельного топлива и полноценно заменяет существующий нефтяной вариант топлива.

Авторы одного из патентов предлагают производить биодизель из мезопелагических рыб. Этот способ основывается на вылавливании рыб и формировании из них биомассы механическим способом. Затем с помощью прессования получают рыбий жир, который подвергают ферментативному гидролизу в присутствии протеазы. После этого полученный продукт фильтруется с отделением липидов и подвергается трансэстерификации. Данный биодизель может использоваться в

транспорте в зимних условиях. Недостатком этого биотоплива является побочный продукт-глицерин [1].

Авторы еще одного изобретения осуществляют производство биодизеля путем переэтерификации при смешении растительного масла, спирта и катализатора, с последующим выделением целевого продукта. Недостатком данной технологии получения биодизеля является удаление катализатора и продуктов омыления после реакции [2].

Также предлагается производить биодизель из растительного масла и водород содержащего газа. Изобретение относится к получению автомобильных топлив из возобновляемого сырья [3].

Если сравнить качество и энергетическую ценность обычного дизеля и био, они будут одинаковы – дизельное 118000 БТЕ, а биотопливо 130500 БТЕ (здесь БТЕ – Британская тепловая единица). Однако при таком раскладе биодизель по многим параметрам лучше обычного дизеля. Во-первых, он намного чище, его перевозка и хранение проще и безопаснее, на это затрачивается меньше средств.[4]

Недостатками рапсового масла, как топлива, по сравнению с нефтепродуктами является меньшая теплота сгорания (на 7-10%), более высокая вязкость, повышенная склонность к нагарообразованию. Поэтому большинство современных дизельных двигателей могут работать на чистом рапсовом масле непродолжительное время

В настоящее время для создания биотопливной индустрии готовится федеральная программа, в которой будут предусмотрены механизмы финансовой, налоговой поддержки сельхозтоваропроизводителей по развитию сырьевой базы, участие федеральных и региональных органов исполнительной власти в реализации конкретных биоэнергетических проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. РФ № 2404230 Россия. Способ получения биодизельного топлива / Сост. Галынкин В. А., Гарабаджиу А. В., Еникеев А. Х. // заявл. 12.03.2009, опубл. 20.11.2010.

2. Пат. РФ № 2533419 Россия. Способ производства биодизеля / Сост. Синеокий С. П., Васильев Р. Г., Бутылин В. В. и др. // заявл. 05.09.2013, опубл. 20.11.2014.

3. Пат. РФ № 2346027 Украина. Способ получения дизельного топлива из растительных масел и установка для его осуществления. / Сост. Степанов А. В., Ковтун Г. А., Матусевич Г. Г. И др. // заявл. 28.08.2006, опубл. 10.02.2009.

4. Варфоломеев, С.Д., Ефременко Е.Н., Крылова Л.П. Биотоплива // Успехи химии. 2010. Т. 79. № 6.

Е.В. Билло, студ. гр. ХОБ-141, III курс.
Д.А. Чаусов, студ. гр. ХОБ-141, III курс.
А.Ю. Игнатова, канд. биол. наук, доц.;
А.В. Папин канд. техн. наук., доц.
(КузГТУ, г. Кемерово)

«СУХАЯ ВОДА»

Сухая вода – жидкость с интересными и разнообразными свойствами. Она состоит из: углерода, кислорода и фтора. Сухая вода на самом деле не является жидкостью-это порошок с уникальными свойствами. Если опустить бумагу в «сухую воду», то бумага не намокнет, а так же и останется сухой. В «сухой воде» не растворяются соли, и можно без проблем окунуть телефон или опустить системный блок, и они будут продолжать работать. Это обусловлено слабыми межмолекулярными связями и отсутствием водородных связей. Данная жидкость своим химическим составом никак не связана с водой, а похоже лишь внешне.

«Сухая вода» была открыта и запатентована компанией «3М» в качестве хладогента в ходе поиска замены для хладона 114 и фреонов, применение которых было ограничено Монреальским протоколом 1994 года. Запатентован под названием Novac 1230.

«Сухая вода» - это уникальный материал, состоящий из капель воды размером около микрона, которым не дают слиться гидрофобные кремниевые наночастицы. Каждая частичка «сухой воды» содержит капельку воды, покрытую слоем песчаного кремнезема, поэтому на 95 % состоит из обычной воды и на 5 % из диоксида кремния. Каждая капля воды обволакивается в кремневой оболочке, и с виду это вещество напоминает сахарную пудру. «Футляр» для капель состоит из гидрофобных частиц, которые не дают воде слиться. «Сухая вода» способна впитывать значительные количества газа с образованием молекул гидрата, в 6 граммах этого порошка может сохраняться до 1 литра газа.

Производство сухой воды – несложный и быстрый процесс. Вода и кремний смешиваются друг с другом на огромной скорости в течение 90 минут.[1].

Применение данного вещества имеет широкий спектр из-за своих уникальных свойств [2]. Она может легко и быстро впитывать в больших количествах углекислый газ. Так же учёные собираются найти безопасный способ хранения метанового топлива для тех автомобилей, что работают на природном газе. Применение сухой воды может ускорить каталитические реакции при производстве товаров, а так

же сделать химическую обработку при этом более энергоэффективной и менее вредной для окружающей среды. Обнаружено, что гидраты метана, полученные в «сухой воде» с содержанием стабилизатора (наночастицы гидрофобизированного диоксида кремния) не более 5 мас. %, представляют собой при давлении 0.1 МПа и температуре ниже 273 К преимущественно сплошное твердое тело. При содержании стабилизатора в «сухой воде» 10 или 15 мас. % значительная часть образца гидрата имеет вид сыпучего порошка. Доля порошка увеличивается с увеличением содержания стабилизатора, что приводит к уменьшению эффективности самоконсервации гидратов метана [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое сухая вода и каковы ее основные свойства? /http://www.syl.ru/article/148242/mod_что-такое-suhaya-voda-i-kakovyie-osnovnyie-svoystva (18.12.2016).
2. «Сухая» вода / <http://msd.com.ua/ximiya-kremnezema/suhaya-voda/> (18.12.2016)
3. Петрянов-Соколов И.В.// Самое необыкновенное вещество в мире// Химия и жизнь. 2007.№1.

УДК 676.22.017

Г.М. Бикбулатова, доц., канд. техн. наук,
В.Н. Башкиров, проф., д-р. техн. наук;
С.А. Забелкин, доц., канд. техн. наук;
А.Н. Грачев, проф., д-р техн. наук
(ФГБОУ ВО КНИТУ, г. Казань)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ БЫСТРОГО АБЛЯЦИОННОГО ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА ДОРОЖНОГО ВЯЖУЩЕГО

Жидкие продукты быстрого абляционного пиролиза представляют собой тёмную густую жидкость с характерным запахом дыма. Данный запах может оказывать негативное влияние на качество воздуха рабочей зоны при применении данных продуктов в качестве компонента дорожного вяжущего. Нагрев до рабочих температур процесса приготовления вяжущего вызывает усиление запаха. Этот запах вызван испарением таких компонентов ПЖ, как спирты, кетоны, альдегиды, кислоты, эфиры и т.п. Данный аспект необходимо учитывать при промышленной реализации технологии путем применения систем улавливания и нейтрализации выбросов.

Также важной стороной при реализации технологии применения

жидких продуктов быстрого пиролиза древесины в качестве компонента дорожного вяжущего является влияние составляющих их компонентов на окружающую среду в ходе укладки асфальтобетона и функционирования дорожного покрытия. Проблемы экотоксичности жидких продуктов быстрого пиролиза древесины неоднократно исследовались различными авторами [1–3], которые показали, что экологическая токсичность жидких продуктов находится на сопоставимом уровне с тяжелыми нефтепродуктами.

В 2003-05 гг. исследовательским центром CIRAD-Forêt (Франция) совместно с Университетом Астона (Великобритания) и Институтом химии древесины (Германия) были проведены исследования токсических свойств жидких продуктов быстрого пиролиза древесины [4]. В данной работе представлены кривые биоразложения водонерастворимой (ПЛ) и водорастворимой фракций жидких продуктов быстрого пиролиза древесины, а также дизельного топлива.

В результате исследования биоразлагаемости жидких продуктов быстрого пиролиза древесины было определено, что водорастворимая фракция имеют степень биоразложения от 60 до 70%, что значительно выше чем у лёгких нефтепродуктов (около 24%) и тяжёлых нефтепродуктов (11%). Учитывая, что при укладке дорожного покрытия на основе вяжущего, модифицированного жидкими продуктами быстрого пиролиза, наиболее вероятно выделение водорастворимых соединений, можно сказать, что большая часть данных соединений будет разлагаться в течение 30 суток, не причиняя ущерб окружающей среде.

Таким образом, анализ результатов экспериментальных исследований состава и свойств жидких продуктов быстрого пиролиза древесины и литературных данных об исследованиях их токсичности позволяют сделать вывод об отсутствии предпосылок для загрязнения окружающей среды. Однако при проектировании оборудования для смешения композиционного вяжущего необходимо учитывать выделение летучих веществ, в связи с этим необходимо оборудовать производство системой улавливания легколетучих компонентом, либо обеспечить их нейтрализацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способы получения нефтяных битумов. Техноинфа.ру. [Электронный ресурс] – Электрон.текст. дан. – Режим доступа: <http://www.tehnoinfa.ru/pererabotkanefitiigaza/76.html> (Дата обращения: 24. 06. 2014).

2. Blin, J. Biodegradability of biomass pyrolysis oils: Comparison to conventional petroleum fuels and alternative fuels in current use / J. Blin, G. Volle, P. Gerard, T. Bridgwater, D. Meier // Fuel. – 2007. – Vol. 86. – Pp. 2679-2686.

3. Oasmaa, A. Guidelines for transportation, handling, and use of fast pyrolysis bio-oils. 1. Flammability and toxicity / A. Oasmaa, A. Kalli, C. Lindfors, D. C. Elliott, D. Springer, C. Peacocke, D. Chiaramonti // Energy & Fuels. – 2012. – Vol. 26. – Pp. 386.

4. Holan, I. Toxic and genotoxic effects of fast pyrolysis oils generated from three different feedstocks evaluated in an *Allium cepa* chromosome aberration assay / I. O. Holan. – Trondheim: NTNU, 2014. – 120 p.

УДК 678.074:678.842

И.Б. Шилов, доц., канд. хим. наук; Н.Г. Седлова, асп;
С.В. Фомин, доц., канд. техн. наук;
Д.А. Козулин, доц., канд. хим. наук
(ВятГУ, г. Киров)

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕТИЛСИЛОКСАНОВ НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И ВУЛКАНИЗАТОВ С КРЕМНЕКИСЛОТНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Из-за постоянного роста требований к продукции резиновой промышленности с каждым годом расширяется объем потребления гидрофильных кремнекислотных наполнителей. Необходимым условием для достижения высоких эксплуатационных свойств резиновых изделий является обеспечение высокой степени диспергирования частиц наполнителя в матрице эластомера. Одним из способов достижения этой цели является использование технологических добавок.

В настоящей работе в качестве технологических добавок для резиновых смесей на основе каучуков общего назначения с кремнекислотными наполнителями: Zeosil 1165 MP, BC-100 и Coupsil 8113 GR исследовали полиметилсилоксаны. Исследования проводили с низкомолекулярным каучуком СКТН марки А и полиметилсилоксановой жидкостью ПМС-400. По результатам исследования, есть основания полагать, что полиметилсилоксаны могут гидрофобизировать поверхность кремнекислотного наполнителя. Адсорбция полиметилсилоксанов на поверхности частиц кремнекислотного наполнителя в свою очередь должна приводить к уменьшению взаимодействия между частицами наполнителя и улучшать диспергирование частиц наполнителя в матрице эластомера.

Показано, что введение полиметилсилоксанов позволяет существенно снизить вязкость резиновых смесей и повысить характеристики вулканизатов по следующим показателям: условная прочность при растяжении и относительное удлинение. Применение полиметилсилоксановой жидкости ПМС-400 для улучшения характеристик смесей и вулканизатов оказалось более эффективным, чем низкомолекулярного каучука СКТН марки А. При применении в качестве технологической добавки полиметилсилоксановой жидкости ПМС-400 удавалось более значительно снизить вязкость резиновых смесей, повысить условную прочность при растяжении и относительное удлинение вулканизатов.

УДК 547.792.2:677.027.4.047.42:677.042.2

Т. Е. Дубровина, магистрант;
Т. В. Кудаярова, ст. науч. сотр., канд. хим. наук;
Е. А. Данилова, проф., д-р хим. наук; Л. С. Петрова, асп.;
О.И. Одинцова, проф., д-р. техн. наук
(ИГХТУ, г. Иваново)

1n-АЛКИЛИРОВАННЫЕ 1,2,4-ТРИАЗОЛЫ, ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ НА ТЕКСТИЛЬНОМ НОСИТЕЛЕ – ЭФФЕКТИВНЫЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ АППЛИКАТОРЫ

Основа создаваемого нами лечебного аппликационного изделия медицинского назначения – текстильный материал, который является носителем полимерной композиции, содержащей антибактериальный препарат.

Известно, что при дизайне новых биологически активных соединений в их структуры часто включают 1,2,4-триазольный фрагмент, благодаря его небольшим размерам и положительному влиянию на растворимость получаемых соединений в воде. Он присутствует в структурах известных противовирусных (*рибавирин*), противогрибковых (*флуконазол*) и снотворных (*триазолам*) препаратов. Поэтому 1N-алкилпроизводные 1,2,4-триазола были выбраны в качестве антибактериального препарата для исследования в раневых покрытиях.

Разрабатываемые антибактериальные салфетки могут быть использованы для различных медицинских целей, поэтому мы исследовали антибактериальные свойства дискодиффузионным методом (ДДМ) на нескольких культурах: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*. ДДМ определения чувствительности основан на способности антибактериального препарата диффундировать из пропитанных ими бумажных дисков в

питательную среду, угнетая рост микроорганизмов, посеянных на поверхности агара.

Стерилизованные в термофиксирующем шкафу, образцы фильтровальной бумаги пропитывали препаратами и смесями различных соединений: 1-децил-3,5-диамино-1,2,4-триазол, 1-гексадекан-3,5-диамино-1,2,4-триазол + раствор коллоидного наносеребра, а так же загустители на основе раствора коллоидного наносеребра, такие как каррагинан, гуаровая камедь и агар-агар.

Исследуемые препараты обладают различной активностью по отношению к выбранным микроорганизмам.

Данные по размерам диаметра зоны лизиса приведены в таблице.

Таблица – Антибактериальная активность исследуемых препаратов к *Staphylococcus aureus*, *E. coli* и *S. Epidermidis*

Название препарата	Диаметр (d) зоны лизиса, мм		
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Escherichia coli</i>
1-децил- 3,5-диамино-1,2,4-триазол	10	11	5
1-гексадекан-3,5-диамино-1,2,4-триазол + раствор коллоидного наносеребра	0	0	0
Каррагинан +раствор коллоидного наносеребра	0	0	0
Гуаровая камедь+ раствор коллоидного наносеребра	10	6	0
Агар-агар +раствор коллоидного наносеребра	5	2	0

Оптимальные размеры зоны задержки роста микроорганизмов по отношению к *Staphylococcus aureus* проявляют препарат 1-децил-3,5-диамино-1,2,4-триазол, смесь загустителей гуаровой камеди и агар-агара с раствором коллоидного серебра. При этом отмечается, что максимальную зону задержки 10 мм обеспечивает применение составов на основе синтезированного препарата - 1-децил- 3,5-диамино-1,2,4-триазол или гуаровой камеди с раствором коллоидного серебра. В случае *S. Epidermidis* наиболее эффективным составом, обеспечивающим максимальную зону ингибирования роста бактерий (11 мм), является только 1-децил- 3,5-диамино-1,2,4-триазол. Наиболее активное, подавляющее действие по отношению к *E. coli* из препаратов проявляет - 1-децил- 3,5-диамино-1,2,4-триазол.

Таким образом, на основании проведённых исследований, было показано, что новые синтезированные препараты на основе 1N-алкилпроизводных триазола, а именно, на основе 1-децил-3,5-

диамино-1,2,4-триазола обладают высокой антибактериальной активностью и могут использоваться в качестве лекарственных препаратов, иммобилизованных на текстильном носителе. Работа в данном направлении будет продолжена.

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием Минобрнауки РФ (проектная часть)

УДК 678.742.3.046

А. З. Файзуллин, маг-т; И. З. Файзуллин, ассист., канд. техн. наук;
С. И. Вольфсон, проф., д-р. техн. наук
(КНИТУ, г. Казань)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Древесно-полимерные композиции (ДПК) – экологически чистые полимерные многокомпонентные материалы, состоящие из древесных наполнителей соединенных полимерной матрицей, включающие при необходимости другие химические добавки. Составление и совершенствование рецептур является одним из наиболее актуальных направлений в производстве и применении ДПК [1,2]. При этом важно учитывать эксплуатационные свойства получаемых композиций для достижения максимальной производительности, снижения энергозатрат и себестоимости продукции. Для улучшения эксплуатационных свойств композиций в рецептуру вводят минеральные наполнители. На мировом рынке и в полимерной промышленности весьма распространенными являются карбонат кальция, тальк, кремнезем. Они часто при низкой стоимости заменяют значительно более дорогие полимеры, повышают жесткость наполненного продукта и придают полимеру более высокую огнестойкость [3].

В данной работе в составе ДПК на основе полипропилена, древесной муки и комплекса технологических добавок в широком интервале концентраций были исследованы минеральные наполнители отечественного и зарубежного производства. В лабораторных условиях были изготовлены образцы исходных смесей полипропилена марки 1525J с древесной мукой марки 180. Дозировка древесной муки была фиксированной и составляла 50% мас. В качестве добавки улучшающей совместимость был выбран продукт компании DuPont (США) – FusabondP353. В качестве смазки использовалась добавка марки TPW 113 производства компании Structol. В качестве минеральных напол-

нителей были выбраны модификаторы на основе мела и талька с размером частиц 0,65 и 0,9 мкм соответственно. Сравнительный анализ проводится между дозировками 3÷5÷7÷10 % мас.

Исследуемые композиционные материалы получали при высокоскоростном и высокотемпературном смешении в смесителе закрытого типа «MeasuringMixer 350E» с винтообразными роторами смесительного оборудования фирмы Brabender «Plasti – Corder®Lab – Station» (Германия). С целью получения образцов для испытаний материал перерабатывали методом экструзии на приставке пластикордера «Plasti-Corder®Lab-StationExtruderType 19/25 D». Для оценки эффективности введения минеральных наполнителей были проведены физико-механические испытания композиций. Механические испытания на одноосное растяжение выполнялись на образцах согласно ГОСТ 11262-80. Для определения модуля упругости (ГОСТ 9550-81) и предела текучести при растяжении (ГОСТ 11262-80) испытания проводили при температуре 23 ± 2 °С на универсальной 2-х колонной испытательной машине Gotech Testing Machine UA1 - 7000M (Тайвань). Испытания по определению показателя ударной вязкости, плотности, показателя текучести расплава образцов ДПК проводили согласно ГОСТ 4647-80, ГОСТ 15139-69, ГОСТ 11645-73 соответственно.

По результатам исследования установлено снижение ударной вязкости с увеличением содержания талькового наполнителя, обусловленное протеканием местной микропластической деформации вызванное наличием микроскопических пор около частиц плохо связанных с матрицей; повышение прочности с увеличением содержания наполнителя, связанное с ограничением подвижности и деформируемости матрицы частицами наполнителя за счет механического ограничения перемещения молекулы степень которого зависит от расстояния между частицами. Согласно анализу экспериментальных данных наблюдается положительная динамика характеристик после введения добавок, возрастает прочность и модуль упругости при растяжении, ударная вязкость, плотность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Файзуллин, И.З. Влияние наполнителей и технологических добавок на реологические свойства древесно-полимерных композитов» / И.З. Файзуллин [и др.] // Вестник Казанского технологического университета – 2013. – Т.16. – №10. – С. 148–150.

2. Мусин, И.Н. Влияние добавок на свойства древесно-полимерных композитов / И.Н. Мусин [и др.] // Вестник Казанского

технологического университета – 2012. – Т 15, №24. – С. 97–99.

3. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов // СПб: Научные основы и технологии – 2010. – 736 с.

УДК 547.979.8

Е.В. Комарова, доц., канд. техн. наук;
В.М. Болотов, проф., д-р техн. наук; А.Р. Воробьева, студ.
(ВГУИТ, Воронеж)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОФИЛИЗИРОВАННЫХ КАРОТИНОИДНЫХ ПИГМЕНТОВ МЕТОДОМ ИКС

Современные технологии позволяют получать натуральные пищевые красители из различного пищевого сырья. Известно, что природные колоранты содержат в своем составе, кроме красящих пигментов, другие биологически активные компоненты, которые полезны для человека. Поэтому использование естественных пигментов для окрашивания продуктов питания позволяет не только улучшить внешний вид, но и повысить пищевую ценность продуктов.

В растительном мире широко распространены углеводородные каротиноиды типа $C_{40}H_{56}$ (α ,- β ,- γ – каротины, ликопин) и фитоксантины с одной гидроксильной группой (криптоксантин), с двумя гидроксильными группами (лютеин), с альдегидной группой (β -цитраин). В сырье, распространенном в условиях климатической зоны средней полосы России, в основном содержится липофильные α ,- β ,- γ – каротины. Целью работы являлось перевод их в более гидрофильные формы путем термофилизации, способствующей введению в молекулу кислородсодержащих функциональных групп.

Чистое сырье измельчали и высушивали при температуре 40⁰С, 60⁰С, 80⁰С в течение 2 часов при каждой температуре. В данных условиях термоокисления исследуемых биосистем практически не образуются посторонние примеси типа меланоидинов, и процессу гидрофилизации подвергаются лишь каротиноидные пигменты. Экстракцию каротиноидных пигментов 96 об.д.% этанолом, этилацетатом, изопропиловым спиртом и смесью изопропанол:вода.

Полученные экстракты изучали методом инфракрасной спектроскопии на ИК-фурье спектрометре ИНФРАЛЮМ ФТ-08 фирмы «Люмекс», для того, чтобы определить качественный состав образующегося при термоокислении комплекса каротин-ксантофиллы. Установлено, что в процессе термоокисления образуются ксантофиллы, о чем свидетельствует появление в молекуле гидроксильных и карбонильных групп при сохранении системы сопряженных двойных связей.

Анализ литературы по основным закономерностям растворимости органических соединений показывает, что для соединений одина-

ковой химической природы вещества с более низкой температурой плавления лучше растворимы, чем вещества с более высокой температурой плавления. Это означает, что более низкая температура плавления вещества является следствием более слабых сил взаимодействий внутри кристаллической решетки, которые должны преодолеваться при растворении. В процессе растворения межмолекулярные взаимодействия каротиноид-каротиноид и растворитель-растворитель заменяются взаимодействием каротиноид-растворитель. Процесс растворения вещества в растворителе будет осуществляться только в том случае, если суммарный выигрыш в энергии для системы вещество-растворитель будет больше по сравнению с затрачиваемой энергией на разрыв связей вещество-вещество и растворитель-растворитель. Исходя из изложенного следует, что для увеличения растворимости каротиноидов в полярных растворителях типа этанола необходимо уменьшение молекулярной массы и введение в структуру молекулы пигмента полярных групп, типа гидроксильной или карбоксильной.

Введение атомов кислорода в углеводородные каротиноидные соединения вызывает изменения гидрофобно-гидрофильных свойств пигментов, приблизительно оцениваемых критерием гидрофильности H , влияет на прочность межмолекулярных связей в кристаллической решетке и соответственно на температуру плавления и растворимость.

Установлено, что увеличение количества атомов кислорода в молекуле каротиноида приводит к повышению температуры плавления. Необходимо отметить, что для каротиноидов с $H > 20$ (типа $C_{40}H_{56}O_n$) влияние полярных связей атомов кислорода в молекулярных взаимодействиях проявляется в минимальной степени, а для оксикаротиноидов с $H < 20$ доля диполь-дипольных взаимодействий проявляется значительно больше.

Исследования показали, что выбранные условия окисления увеличивают гидрофильность пигментов, что позволяет использовать полученные колоранты в более широких областях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов, В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение [Текст] / В. М. Болотов, А.П. Нечаев, Л.А. Сарфанова – СПб.:ГИОРД, 2008. – 240 с.

2. Пат. 2139306 РФ, С 09 В 61/00. Способ получения модифицированного каротиноидного красителя из растительного сырья / В.М. Болотов, Г.О. Магомедов, О.Б. Рудаков, Е.В. Комарова (Россия). - № 98114475/13; Заявлено 20.07.98., Опубл. 10.10.99, Бюл. № 28// Изобретения. – 1999. – № 28.

О.В. Карманова, проф., д-р техн. наук;
Ю.Ф. Шутилин, проф., д-р техн. наук; А.С. Москалев, асп.
(ВГУИТ, г. Воронеж)

ВОДОНАБУХАЮЩИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В гражданском строительстве для гидроизоляции большое распространение получили эластомерные материалы, способные набухать в воде, проникающей в неплотности швов [1]. В настоящее время для этих целей используются материалы в основном зарубежного производства. В этой связи разработка гидроизоляционных эластомерных материалов на основе доступного отечественного сырья является актуальной задачей.

Исследованы эластомерные водонабухающие материалы на основе атмосферостойких этиленпропиленового и бутилкаучука, наполненных бентонитовыми порошками различных марок [2]. Содержание бентонита в композициях варьировали от 100 до 300 мас. ч. на 100 мас. ч каучука. Рецептуры композиций содержали различные целевые добавки, способствующие лучшему распределению бентонитов в эластомерной матрице. Наполнители предварительно подвергали сушке и активации NaCl и Na_2CO_3 [3]. Резиновые смеси изготавливали на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 при температуре $60 \pm 5^\circ\text{C}$. Профилирование осуществляли на шприц-машине МЧТ-65 при температуре 120°C . Оценивали способность к набуханию образцов в водопроводной и минерализованной воде в течение 7 суток.

Изучены технологические, физико-механические свойства опытных уплотнителей. Проведена оптимизация рецептуры уплотнителя по способности к набуханию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилин, А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. – Тверь, изд-во «Русская торговая марка», 2003. – 396 с.
2. Осошник, И.А. Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров: учеб.пособие / И.А. Осошник, Ю.Ф. Шутилин, О.В. Карманова, Д.Н. Серегин - Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 2009. 240 с.
3. Черников, А.И. Разработка рецептуры водонабухающего герметика // Каучук и резина. – 2009. – №4. – С.32–34.

О.В. Карманова, проф., д-р техн. наук;
Е.М. Борисовская, асп.; Д.А. Кобызева, студ.
(ВГУИТ, г. Воронеж)

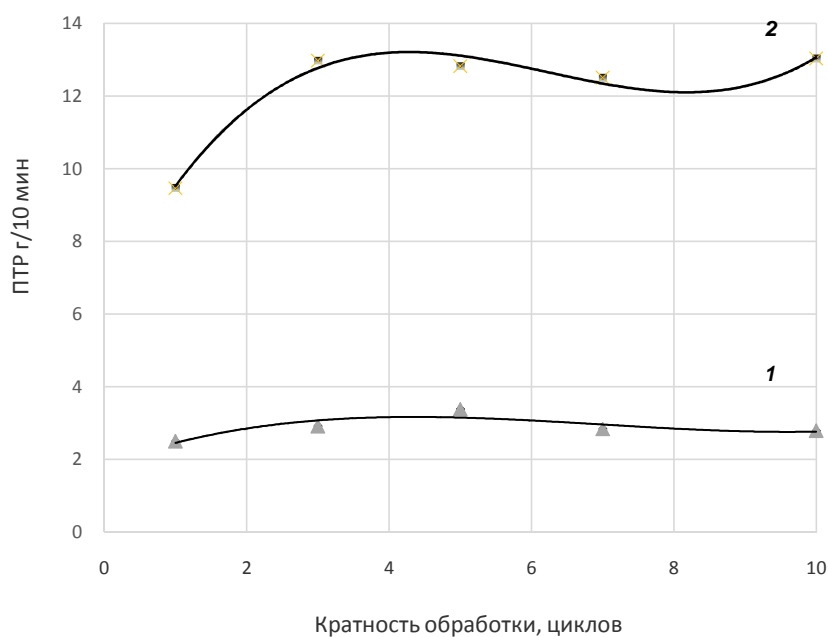
ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПММА

Вторичное использование полимерных материалов остается в настоящее время одной из наиболее актуальных проблем. Это относится и к технологии оптических полимеров, представителем которых является полиметилметакрилат (ПММА), обладающий исключительным светопропусканием. Наиболее рациональным и высокопроизводительным методом изготовления оптических деталей массового и крупносерийного производства является литье под давлением, что обеспечивает получение высокоточных конструкционных изделий со светопропусканием более 90% [1]. Как известно [2], расплавы полимеров при переработке подвергаются одновременному воздействию больших сдвиговых усилий и высоких температур, что вызывает деструкцию макромолекул. Это подтверждается изменением физико-химических свойств и молекулярной массы полимера.

Целью работы явилось изучение влияния температуры и кратности обработки на реологические свойства расплава ПММА. В качестве объекта исследования был выбран ПММА марки Асругех-205СМ в виде гранул. Для оценки термостабильности ПММА использовали реологический метод, при котором данный полимер был пропущен через капилляр прибора ИИРТ-5М при температурах 230⁰С и 250⁰С несколько раз. С целью исключения влияния влаги на реологические свойства и термостабильность расплава гранулы ПММА перед испытаниям подвергали сушке при температуре 70⁰С в течение часа.

На рисунке представлены зависимости показателя текучести расплава (ПТР) ПММА от кратности его механообработки. Установлено, что в ходе многократной обработки ПММА при 230 °С ПТР изменяется незначительно, при 250⁰С - ПТР возрастает с 9,4 до 13,1 г/10 мин. Отмечено резкое возрастание ПТР с ростом температуры.

В результате термоомеханообработки образцов и последующего визуального осмотра выявлено, что цвет ПММА изменяется от бесцветного прозрачного до темно-серого с увеличением количества циклов обработки, что обуславливает ухудшение оптической однородности ПММА вследствие ориентации макромолекул и внутренних напряжений.



**Рисунок - Зависимости ПТР от кратности обработки ПММА:
1 - 230°C; 2 - 250°C**

Известно [3], что стойкость полимеров к термоокислительной деструкции зависит от их химического строения: у карбоцепных полимеров, к которым относится ПММА, кроме разрыва по С-С связи, протекание деструкции облегчается наличием боковых разветвлений, что способствует образованию и накоплению мономеров.

Исследованиями образцов Acrytex-205СМ, подверженных многократной термомеханообработке на спектрометре ИНФРАЛЮМ-ФТ-08 с программным обеспечением SpectraLUM и сопоставлением их ИК-спектров с исходным образцом установлено, что изменения в химическом составе полимера практически отсутствуют.

Полученные данные могут быть использованы при изучении возможности возвращения в новый технологический цикл вторичного ПММА, образовавшегося при изготовлении оптических изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серова, В.Н. Полимерные оптические материалы. – СПб.: Научные основы и технологии, 2015.- 384 с.
2. Физические и химические процессы при переработке полимеров. – СПб: Научные основы и технологии, 2013. – 314 с.
3. Калинин, Э.Л. Свойства и переработка термопластов: Справочное пособие. – Л.: Химия, 1983. – 288 с.

В.А. Седых, доц., к.т.н.
О.В. Карманова, проф., д.т.н.
Е.В. Королева, аспирант
(ВГУИТ, Воронеж)

ВЫБОР АГЕНТА МЕЖФАЗНОГО СОЧЕТАНИЯ ПРИ НАПОЛНЕНИИ БНК

Сохранность герметичности соединения деталей устройств оценивается по суммарному износу поверхностей уплотнительных элементов в зоне контакта. Большинство уплотнительных элементов эксплуатируется в среде масел и смазок, которые оказывают негативное воздействие и снижают долговечность резиновых деталей, поэтому рецептуры для таких изделий разрабатывается на основе бутадиен-нитрильных каучуков, обладающих масло- и бензостойкостью.

Перспективным направлением улучшения технических свойств резинотехнических изделий, обеспечивающих герметичность соединений является применение композиционных материалов, наполненных полыми минеральными микросферами [1].

Полые сферы изготавливаются на основе минеральных и органических соединений, имеют размеры от 25 мкм до 50 мм и плотность от 100 до 700 кг/м³ [2]. Наиболее широко используются полые стеклянные сферы со средним диаметром около 75 мкм и плотностью 300 кг/м³. Вопросам применения корундовых полых микросфер в составе эластомерных изделий в научной литературе уделено недостаточно внимания.

Перед введением в резиновые смеси микросферы целесообразно подвергать обработке различными составами. Благодаря такой обработке увеличивается адгезия между эластомером и наполнителем, облегчается их введение в резиновые смеси и улучшается их распределение в среде эластомера. Способы повышения адгезии между армирующими материалами и эластомерами, хорошо известны в резиновой промышленности и в основном сводятся к обработке, например, текстильных материалов пропиточными составами или к введению в резиновые смеси агентов межфазного сочетания, способных вступать во взаимодействие в процессе вулканизации с эластомером и минеральной добавкой [3]. Наполнение эмульсионных каучуков в присутствии агентов межфазного сочетания на стадии латекса составляющее этого направления.

Для улучшения совместимости микросфер с матрицей каучука на стадии коагуляции латекса целесообразно применять агенты межфазного сочетания, в качестве которых могут быть предложены водо-

растворимые полимеры. Такой подход одновременно позволит повысить эффективность производства, как эмульсионных каучуков, так и резиновых смесей.

Целью работы явилось получение каучуков, наполненных полыми микросферами на основе оксида алюминия в присутствии водорастворимых полимеров на стадии латекса и исследование свойств резин на их основе.

В качестве объектов исследования был выбран бутадиен-нитрильный латекс СКН-18СНТ с сухим остатком 19,9 % мас., в который вводили полые корундовые микросферы НСМ производства ООО «Кит-Строй СПб» с размером частиц 70–180 мкм. Дозировка микросфер составляла 5% мас. в пересчете на каучук. Подобраны коагулянты и стабилизаторы. Разработана методика подготовки компонентов, коагуляции и выделения каучука из латекса в присутствии полых микросфер.

С целью повышения адгезии микросфер к каучуковой матрице, а также их удержания в латексе на стадии коагуляции последний загущали водорастворимыми полимерами (КМЦ, ПВС, крахмал и пр.). Коагуляцию наполненного латекса, выделение и сушка каучука проводилась стандартными методами и коагулянтами.

В качестве образцов сравнения использовали каучук, который был выделен из латекса тем же способом, но без введения микросфер, а также товарный каучук СКН-18. Модифицированный каучук оценивали по показателям – содержание золы, потери массы при сушке, вязкость по Муни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ксантос, М. Функциональные наполнители для пластмасс / Перевод с англ. под ред. Кулезнева В.Н. СПб; Научные основы и технологии, 2010. – 462 с.

2. Рюткянен, Е.А. Влияние модификации поверхности наполнителя на свойства латексных пленок / Е.А. Рюткянен, Н.В. Сиротинкин, М.В. Успенская // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 6.(82). – С.106–110.

3. Гришин, Б.С. Материалы резиновой промышленности: монография. Ч.1 / Б.С. Гришин //Федер. агентство по образованию, Казан.гос. технол. ун-т. –Казань : КГТУ, 2010. – С.353–361.

УДК 547.913:543.544.32

Н. А. Коваленко, доц., канд. хим. наук; Г.Н. Супиченко, асс., канд. хим. наук; Т.И. Ахрамович, доц., канд. биол. наук; А.Г. Шутова, доц., канд. биол. наук; В.Н. Леонтьев, доц., канд. хим. наук
(БГТУ, ЦБС НАН Беларуси, г. Минск)

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА И АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ МНОГОКОЛОСНИКА ЗОЛОТИСТОГО

Эфирные масла растений рода *Agastache* обладают бактерицидными, иммуномоделирующими, гепатопротекторными и антиоксидантными свойствами. Многоколосник золотистый (*Agastache aurantiaca*) произрастает в США и Мексике, является неприхотливым растением, практически не поражается вредителями и болезнями, однако обладает недостаточной морозостойкостью. В доступной литературе отсутствуют сведения о компонентном составе и биологической активности эфирного масла *Agastache aurantiaca*. В этой связи представляло интерес изучение компонентного состава и антибактериальных свойств эфирного масла многоколосника золотистого, интродуцированного в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси.

Объектами исследования являлись эфирные масла, полученные методом гидродистилляции из свежесобранного растительного сырья 3-х сортов многоколосника золотистого. ГЖХ–анализ образцов эфирного масла проводили на хроматографе «Цвет–800», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и стеклянной капиллярной колонкой Cyclosil B в режиме программирования температуры. Идентификацию компонентов проводили по времени удерживания эталонных соединений. Содержание основных компонентов определяли методом внутренней нормализации без использования относительных поправочных коэффициентов. Антибактериальные свойства образцов эфирных масел изучали методом диффузии антимикробных агентов в агар. В качестве тест-культур использовали *Staphylococcus aureus*, *Salmonella alony*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* Hfr H, *Pseudomonas aeruginosa* и *Clostridium* sp.

В исследованных образцах эфирного масла идентифицировано более 20 компонентов. Основными компонентами являются ментон, изоментон и пулегон, причем ментон и пулегон представлены только (+)-изомерами.

Исследованные образцы характеризуются антибактериальными свойствами и в зависимости от сорта растения различаются по способности подавлять рост бактерий. Наиболее выраженный эффект наблюдается в отношении бактерий *Salmonella alony* и *Bacillus subtilis*.

УДК 543.3

**СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
КИСЛОТНЫХ И КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ
5,15-ДИНИТРО-10,20-ДИФЕНИЛ-2,8,12,18- ТЕТРАМЕТИЛ-
3,7,13,17-ТЕТРАЭТИЛПОРФИНА В АЦЕТОНИТРИЛЕ.**

С. Г. Пуховская¹, Ю. Б. Иванова², Д. А. Ерзунов¹, А.С. Семейкин¹

¹Ивановский Государственный химико-технологический университет, Россия, 153460 г. Иваново, пр. Шереметевский, 7. e-mail: svetlana.puhovskaya@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Россия, 153045, г. Иваново, ул. Академическая, 1.

Порфирины и металлопорфирины, широко распространены в природе и имеют большое биологическое значение. Исследования уникальных свойств порфиринов могут послужить основой не только для решения фундаментальных проблем (механизмы превращения энергии в процессе фотосинтеза, получение синтетических переносчиков кислорода и др.), но и многих практически важных вопросов, например создание сенсорных и каталитически активных материалов нового поколения. Введение тех или иных заместителей может принципиально изменить как геометрические параметры молекулы, так и избирательно регулировать необходимые физико-химические свойства. В связи с этим представляется **актуальной задачей** установление влияния электронных и стерических эффектов заместителей порфиринового макроцикла как инструмента направленного изменения координационных, кислотно-основных и спектральных свойств порфиринов.

В настоящей работе осуществлен синтез 5,15-динитро-10,20-дифенил-2,8,12,18-тетраметил-3,7,13,17-тетраэтилпорфина и методом спектрофотометрического титрования исследованы его кислотно-основные и комплексообразующие свойства в системах: 1,8-диазабицикло[5,4,0]ундец-7-ен – ацетонитрил, HClO_4 – ацетонитрил, $\text{Zn}(\text{OAc})_2$ – ацетонитрил, $\text{Zn}(\text{OAc})_2$ – 1,8-диазабицикло[5.4.0]ундец-7-ен – ацетонитрил. Установлено, что 5,15-динитро - 10,20-дифенил - 2,8,12,18 –тетраметил - 3,7,13,17-тетраэтилпорфин в кислых и основных средах последовательно образует моно - и дважды протонированные и депротонированные формы лиганда по внутрициклическим атомам азота. В работе определены параметры электронных спектров поглощения ионизированных форм порфирина. Рассчитаны констан-

ты кислотной и основной диссоциации для моно - и дважды депротонированных и протонированных форм изученного соединения. Исследовано комплексообразование молекулярной и дважды депротонированной форм 5,15-динитро-10,20-дифенил-2,8,12,18-тетраметил-3,7,13,17-тетраэтилпорфина с ацетатом цинка, определены кинетические и электронооптические характеристики полученных металлокомплексов. Показано, что введение двух нитрогрупп по мезоположениям исследованного лиганда существенно изменяет кислотно-основные и комплексообразующие свойства, по сравнению с незамещенным порфириновым аналогом.

Установлено, что искажение плоскостного строения порфиринового макроцикла приводит к увеличению как основных, так и кислотных свойств деформированного порфирина по сравнению с плоскими аналогами β – октаэтилпорфирином

Обнаружено, что скорость реакции комплексообразования порфирина с ацетатом цинка в возрастает на 3 порядка при переходе от молекулярных к дианионным формам лигандов. Снижение энергии активации реакции, очевидно, обусловлено отсутствием энергетических затрат на деформацию и разрыв N–H связей реакционного центра, а также более сильной поляризацией молекулы, и как следствие, более высокой степенью сольватации анионных форм порфиринов в переходном состоянии.

В докладе обсуждаются полученные экспериментальные факты и возможность синтеза молекулярных устройств с заданными свойствами, в частности, устройств для связывания молекул металла в органических средах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-53-0010-Бел_а.

УДК 665.75:662.8

Ж.К. Каирбеков, проф., д-р хим. наук;
Ж.К. Мылтыкбаева, доц., канд. хим. наук;
А.Б. Сейсембекова, магистрант

(Казахский национальный университет им. аль - Фараби, Казахстан, г. Алматы)
e-mail: oilcoal@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗОЛЫ ТЭЦ РК

Предприятий, сжигающих угли в процессе их деятельности, образуется много золошлаковых отходов (ЗШО). Годовые поступления золы и золошлаковых смесей при сжигании углей в золоотвалы в пределах Республики Казахстан составляет около 19 млн.т. В настоя-

щее время в золоотвалах накоплено более 300 млн.т отходов. Даже если в основной массе зола улавливается фильтрами, все же в атмосферу в виде выбросов ТЭС ежегодно поступает около 250 млн. т. В хозяйственных целях использование таких отходов пока ограничено, потому что отходы еще и токсичны. Отвалы постоянно пылят, подвижные формы элементов активно вымываются осадками, загрязняя воздух, почвы и воды. Поэтому в данный момент является актуальным исследование золы. В настоящей работе было изучено физико-химические свойства золы[1-2].

В таблице 1 приведен усредненный химический состав (макрокомпоненты) золошлаковыхотходов, полученных при сжигании углей некоторых месторождений на ТЭЦ Казахстана.

Таблица 1 - Химический состав (макрокомпоненты) золошлаковыхотходов

Наименование месторождений и ТЭЦ	Содержание, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
Семипалатинская ТЭЦ кузнецкий уголь	55,3	17,3	3,2	3,03	1,86	1,4	0,29	1,86	0,72
Усть-Каменогорская ТЭЦ кузнецкий уголь	56,9	18,8	3,2	3,59	2,12	1,44	0,37	2,6	0,8
Экибастузская ГРЭС-1 экибастузский уголь	52,3	25,7	5,26	1,53	0,4	-	1,68	0,03	0,6
Экибастузская ГРЭС-2 экибастузский уголь	57	22,3	2,8	1,6	0,9	-	1,72	0,3	0,2
Павлодарская ТЭЦ экибастузский уголь	54,14	28,3	7,47	1,14	0,55	1,48	0,62	0,4	0,2
Карагандинская ТЭЦ карагандинский уголь	60,2	25,5	5,85	3,65	1,05	0,95	0,8	1,65	1,06

Кроме приведенных макроэлементов, составляющих основную массу отходов, золошлаковые отходы содержат микропримеси таких элементов, как цинк, свинец, хром, марганец, кобальт, никель, ртуть, мышьяк, сурьма, ванадий, стронций, таллий, германий, бор, бериллий, фтор и др. [3, 4]. Нами проведенные также исследование методом сканирующей электронной микроскопии морфологии продуктов разделения ценосфер Алматы ТЭЦ-2 и показано, что во всех продуктах наблюдаются глобулы как с гладкой, так и с рельефной поверхностью. В качестве примера на рисунке 1 приведены микрофотографии двух основных морфологических типов ценосфер -0,16+0,1 мм и участков их поверхности, причем на рельефной поверхности проявляются отверстия с вплавленными микросферами меньшего диаметра.

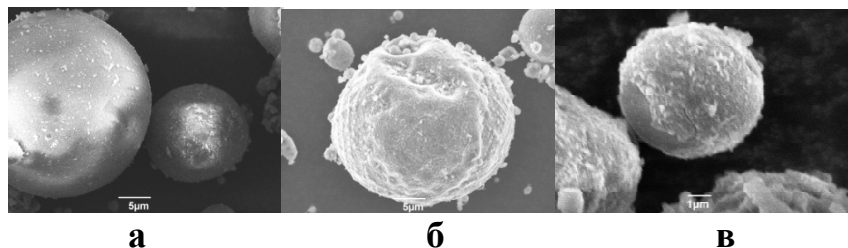


Рисунок 1 - Морфологические типы ценосфер летучих зол от сжигания углей

Приведенные снимки показывают, что при низкой степени пористости оболочки наблюдается гладкая внешняя поверхность глобулы (Рис. 1. а). В этом случае оболочка может иметь также слоистую структуру (Рис. 1. в). Возможно, именно слоистая структура позволяет объяснить изменение состава по профилю стенки, и влияет на значение истинной плотности материала оболочки.

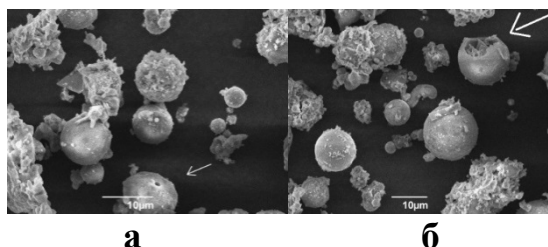


Рисунок 2 - Морфологические типы ценосфер.

Среди ценосфер Алматы ТЭЦ-2 выделяются три типа (Рис. 1). Первый тип связан с наличием в оболочке разветвленных трещин шириной около 3 мкм и длиной до 50 мкм (Рис. 1 В). Второй тип включает ценосферы со сквозными круглыми отверстиями правильной или неправильной формы (Рис. 2 А). Третий тип – это плеросферы, представляющие собой глобулы с округлыми отверстиями правильной или неправильной формы размером в среднем 20-30 мкм, в которых просматриваются скопления мелких частиц сферической формы размером 1-10 мкм (Рис. 1 Б, 2 Б).

Таким образом, впервые проведены исследования элементного состава и физико - химические характеристики золы ТЭЦ г. Алматы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Павленко С.И., Крылов Б.А. Мелкозернистый бетон на основе шлаков и зол ТЭС// Энергетическое строительство. М.: Энергоатомиздат, 1989. № 1. С.26-27.

2 Pavlenko S.I. Physico-Mechanical Deformation and Specialproerties of Fine-Grained Concrete on the Basis of Ash Slag Blend from Hydrodums of Ekibastuz T. 13th Australian Conference on the Me-

chanics of Structures and Materials. 5-7 July 1993. The University of Wollongong, Vol. 2. . 673-690. Editor U.C. Schmidt // Wollongong, Australia. 1993.

3 F.K. Nihon, K. Kankyogijyutsu, Coal Ash Handbook, 4th edition, Tokyo, 2005.

4 Кизильштейн Л.Я. Уголь и радиоактивность / Л.Я.Кизильштейн // Химия и жизнь, 2006. №2. С. 24-29.

УДК 539.213.2

A. E. Pochtenny, assistant professor,
V. G. Luhn, director of the Center of the physical and chemical methods
of investigation, V. S. Volobuev, senior lecturer, S. S. Shikanov, student
(BSTU, Minsk)

THE ROLE OF THE ADSORBED OXYGEN AT THE CONDUCTIVITY OF INDIUM OXIDE FILMS

Thin In_2O_3 films have been received by a thermal oxidation of thin indium films, formed by a DC magnetron sputtering method. Deposition of indium films was carried out on the vacuum universal post VUP-5M. The indium films were precipitated on the single-crystal silicon wafers coated with dielectric layer epitaxial SiO_2 , Al_2O_3 and muscovite mica. Indium films were oxidized in a muffle electric furnace in the non-isothermal regime: heating to a temperature of 500-600 °C for 60 minutes and annealed in isothermal mode at 500 °C and 600 °C for 60 minutes. The phase structure, morphology of a surface has been investigated by methods of electron diffraction using TEM H-800 and SEM S-806. The DC conductivity of In_2O_3 films and the temperature dependence of conductivity were measured in a vacuum of 10^{-2} Pa with the aid of a V7E-42 electrometer.

The investigation was performed by method of cyclic thermal desorption based on the fact that the conductivity of In_2O_3 films depends on the concentration of adsorbed oxygen which can be decreased by heating a sample. The specific conductivity σ depends on the absolute temperature T as described by the equation

$$\sigma = \sigma_0 \exp(-E_a/kT),$$

were σ_0 is the pre-exponential factor, E_a is the conductivity activation energy, and k is the Boltzmann constant.

Analysis of electron diffraction patterns shows that the only identifiable crystal phase in the process of oxidation and in the oxide films is a cubic phase with a polycrystalline structure of In_2O_3 . The indium films are characterized by grain structure with a particle size from 10 to 70 nm, the bulk (80%) accounted for the interval from 15 to 50 nm. The formation of oxide

film on a silicon substrate is accompanied by a decrease in the amount of fine particles and increased the content of particles of larger size, the bulk of which (~ 80%) are in the range of 20–55 nm, with the maximum in the range of 30–35 nm.

X-ray photoelectron spectrum of indium is characterized by the presence of two spectral lines with binding energies of 444.4 and 452 eV due to multiplet splitting of the 3d level. The chemical shift of the line In 3d5/2 in the oxide film relative to the In⁰ (reference data for the average binding energy of 443.5 eV) is 0.9 eV, which can be attributed to the state of In³⁺ (change in the binding energy of the oxidation of In, In₂O₃, by reference data, is +0,8-1,2 eV).

Temperature dependence of the conductivity (Fig. 1) shows that the conductivity of indium oxide films increases as the desorption of oxygen.

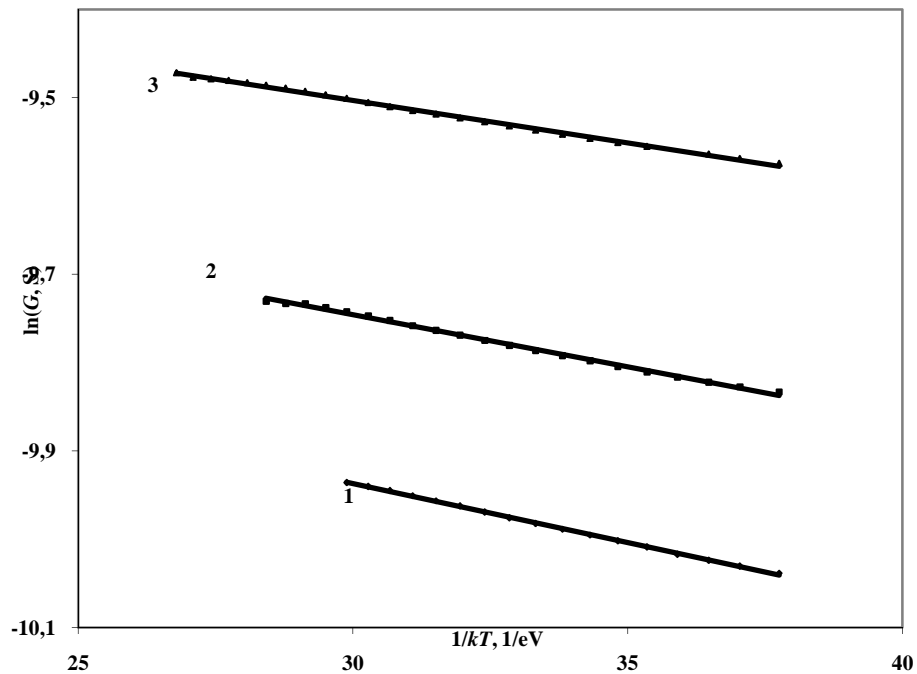


Figure.1. Temperature dependence of the conductivity of films in vacuum In₂O₃ on cooling from temperatures of 120° (1), 140° (2) and 160° C

Activation energy of conductivity is not changed and its value is set to 10 meV. Therefore, increase of conductivity, which is associated with a decrease in the concentration of adsorbed oxygen, due to the fact that oxygen is adsorbed by carrier scattering centers. Reducing its concentration results in increased charge carrier mobility. This effect could be of practical use to create adsorption-resistive oxygen sensors

The structure, phase structure, morphology of a surface and a mechanism of conductivity received films have been investigated by methods of

electron diffraction, scanning electron microscopy, X-ray photoelectron spectroscopy. The temperature dependence of the conductivity of these films was measured at a constant oxygen concentration using of the method of cyclic thermal desorption. The conduction mechanism is proposed based on the results of research. The obtained results can be used in microelectronic sensors.

This study was supported by the «Convergence» Program GB16-196.

УДК 662.754.1/3

Е.В. Билло, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
Е.С. Сухаревская, студ. гр. ХОБ-141, III курс;
А.Ю. Игнатова канд. биол. наук, доц.;
А.В. Папин, канд. техн. наук, доц.
(КузГТУ, г. Кемерово)

ПРИСАДКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТОПЛИВА

С развитием мировой индустриализации и появлением всё большего числа промышленных предприятий возникли проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды. Увеличение концентраций вредных веществ в атмосфере происходит за счёт увеличения отходов промышленных предприятий, а так же отработавших газов двигателей внутреннего сгорания. Ежегодно сжигание горючих ископаемых сопровождается выбросом в атмосферу 5 млрд. т. углекислого газа, содержание которого на нынешний год составляет 0,08 %.

Содержание вредных веществ в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания зависит от загрязненности топлива. Доля загрязнения атмосферы автотранспортом составляет 39 %, эта проблема обостряется всё больше в связи с непрерывным увеличением автотранспортных средств.

В настоящее время существуют несколько альтернатив бензину – это газовое топливо и электромобили. Однако газ, в отличие от бензина, может привести к серьезному взрыву при утечке, один литр сжиженного газа при испарении превращается в 250 л газообразного. Как и газовое топливо, электромобили имеют ряд недостатков: большая стоимость электричества; короткий пробег и ограниченная скорость; большое время полной перезарядки аккумулятора; необходимость менять батарею каждые три года. Поэтому бензин на сегодняшний день является самым востребованным видом топлива.

При сгорании топлива в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания образуются токсичные вещества – окись углерода (до 10 %), углеводороды (до 3 %), окись азота (до 0,5 %), альдегиды (до 0,03 %) и

сажа (до 0,04 г/м³).

Проблема улучшения качества топлива с помощью присадок затрагивалась многими научными исследователями, в своих работах они используют присадки к топливу на различной основе. Каждая присадка улучшает свойство топлива и снижает в нем содержание токсичных веществ. Например, научные исследователи предлагают многофункциональную присадку на основе кислородсодержащих соединений, представляющая собой окись пропилена, которая, за счет своих свойств будет снижать дымность отработавших газов, увеличивать мощность бензина, уменьшать расход топлива [1].

Авторы одного из изобретений предлагают присадку к топливу, содержащую алкил (C₃C₁₈)нитрат 75-90%, антикоррозийный компонент 5-15% и углеводородную фракцию. Она улучшает низкотемпературные свойства дизельного топлива и увеличивает его пусковые свойства. Однако топливо, содержащее эту присадку, склонно к коррозии [5].

Так же существуют присадки на основе алифатических спиртов карбамида, борной кислоты и воды [2]; присадка, содержащая 20-60 % соединений карбоновых кислот, 10-40% низкомолекулярных аминов, жидкие азот- и кислородсодержащие вещества [3]; присадка на основе 25-45 % абсолютированного изопропилового спирта, до 50 % изопентановой фракции, а также побочные продукты изопропилового спирта [4]. Эти присадки приводят к улучшению сгорания топлива, уменьшению затрат топлива, снижению количества вредных веществ и отложений внутри цилиндрического пространства двигателей, улучшают антидетонационные свойства.

Не смотря на бурное развитие промышленных предприятий производство экологически чистых высокооктановых бензинов затруднено, т.к. необходимо внедрять процессы, требующие значительных капиталовложений. Октановое число в этом случае лучше поднимать присадками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работа двигателя. Процессы горения и передачи тепла <http://www.autoezda.com/workstationauto/677-rabdvigatelia.html> (18.10.2016)

2. Пат. РФ № 2461605 Россия. Многофункциональная присадка к дизельному топливу / Сост. Мирошников А.М., Цыганков Д.В., Текутьев И.Б. // заявл. 11.04.2011, опублик. 20.09.2012.

3. Пат. РФ № 2260033 Россия. Присадка к автомобильному бензину / Сост. Андрианов О.В., Рассказчикова Т.В., Капустин В.М. и др.

// заявл. 05.05.2004, опубл. 10.09.2005.

4. Пат. РФ № 2486229 Россия. Присадка к топливу и содержащее её топливо / Сост. Цапенко Ю.Т. // заявл. 27.02.2012, опубл. 27.06.2013.

5. Пат. РФ № 2155212 Россия. Очищающая присадка к топливу и топливо для двигателей внутреннего сгорания / Сост. Мухортов И.В., Лаврик А.А. // заявл. 10.11.1999, опубл. 27.08.2000.