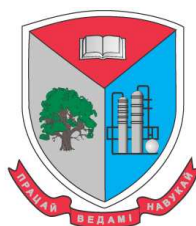


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»
Минское областное отделение РГОО
«Белорусское общество «ЗНАНИЕ»
Международное общество ученых технического образования



ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

**Тезисы докладов 82-ой научно-технической конференции
профессорско-преподавательского состава, научных
сотрудников и аспирантов**

1-14 февраля 2018 года

Минск 2018

УДК 661.(06)(07.034.44)

Технология органических веществ : тезисы 82-ой науч.-технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–14 февраля 2018 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : БГТУ, 2018. – 115 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 И.В. ВОЙТОВ

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Л.А. Веремейчик</i> Приоритеты инновационного развития тепличного овощеводства Республики Беларусь.....	10
<i>А.А. Пенкин, С.А. Гордейко, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева</i> Применение вторичного волокнистого полуфабриката с барьерными свойствами в технологии бумаги для печати.....	11
<i>А.А. Квеско, Т.В. Чернышева, В.Л. Флейшер</i> Влияние условий и компонентного состава реагентов на процесс кислотно-каталитической гидратации живичного скипидара.....	12
<i>Н.О. Азовская, В.В. Перетрухин, Г.А. Чернушевич</i> Риск облучения населения Беларуси при потреблении загрязненной продукции леса.....	13
<i>Е.В. Дубоделова, В.А. Свистунова, Т.В. Соловьева</i> Различные породы древесины в композиции древесной массы для газетной бумаги.....	14
<i>Н.В. Жолнерович, И.В. Николайчик, Н.В. Черная, А.А. Казакевич</i> Использование модифицированных карбамидоформальдегидных олигомеров в технологии санитарно-гигиенических видов бумаги.....	15
<i>И.Т. Ермак, А.К. Гармаза, Ю.С. Радченко</i> Влияние шумовой и вибрационной нагрузки на условия труда рабочих Негорельского учебно-опытного лесхоза.....	16
<i>Н.В. Жолнерович, И.В. Николайчик</i> О взаимодействии модифицированных аминокальдегидных олигомеров в водно-волокнистых суспензиях.....	17
<i>Л.А. Конопелько, В.С. Болтовский</i> Повышение эффективности процесса кислотного гидролиза соломы тритикале.....	18
<i>Л.А. Конопелько, В.С. Болтовский</i> Биоконверсия соломы рапса мицелиальными грибами с целью ее обогащения белком.....	19
<i>А.А. Макеенко, Г.В. Наумова, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева</i> Упрочняющие добавки на основе побочных продуктов химической деструкции торфа для производства древесного формованного топлива.....	20
<i>Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, В.А. Свистунова, Т.В. Соловьева</i> Активирование компонентов лигноуглеводной матрицы древесины в условиях получения термомеханической массы.....	21

<i>В.Л. Флейшер, М.В. Андрюхова</i> Применение полимера на основе аминокрилонов канифоли для проклейки и упрочнения бумаги.....	22
<i>А.А. Кунавин, С.И. Третьяков, Н.А. Кутакова</i> Влияние способа размола березовой коры на кинетику экстрагирования...	23
<i>В.Н. Босак, Т.В. Сачивко</i> Особенности проведения йодной профилактики.....	25
<i>С.И. Третьяков, Н.А. Кутакова, А.В. Безумова</i> Исследование кинетики извлечения целевых продуктов из бересты.....	26
<i>В.В. Боброва, А.В. Касперович, П.С. Гринчук, А.М. Мастерков</i> Исследование свойств массивных эластомерных композиций, модифицированных ионизирующим излучением.....	28
<i>А.В. Спиглазов, Е.И. Кордикова, В.В. Боброва, Д.О. Коваленя, Д.Ю. Колодкин</i> Особенности физико-механических свойств в изделиях аддитивного синтеза.....	29
<i>А.В. Спиглазов, Е.И. Кордикова, В.В. Боброва, Д.О. Коваленя, Д.Ю. Колодкин</i> Влияние технологических параметров FDM-печати на межслоевое адгезионное взаимодействие в изделиях.....	30
<i>А.Ф. Петрушеня, О.М. Касперович, С.Ф. Каранец</i> Термостабилизация полимерсодержащих отходов аккумуляторных батарей.....	31
<i>О.М. Касперович, А.Ф. Петрушеня, А.Л. Наркевич, А.Н. Калинин, Р.А. Шинкевич</i> Влияние модифицирующих добавок различного функционального назначения на механические свойства полимерсодержащих отходов аккумуляторных батарей.....	32
<i>О.И. Карпович, А.Н. Калинин, А.П. Васеха</i> Оценка формуемости материалов на основе металлсодержащих полимерных отходов.....	34
<i>О.И. Карпович, А.Л. Наркевич, А.П. Васеха</i> Технологические режимы получения изделий из материалов на основе металлсодержащих полимерных отходов по методу пласт-формования.....	35
<i>Е.И. Кордикова, Г.Н. Дьякова, А.В. Спиглазов</i> Особенности процесса измельчения отходов кожи.....	36
<i>Е.И. Кордикова, Г.Н. Дьякова, А.В. Спиглазов</i> Свойства материалов на основе вторичного полипропилена и измельченных отходов кожи.....	37

<i>Н.Р. Прокопчук, О.М. Касперович, Л.А. Ленартович, Е.М. Федорович</i> Исследование термостабилизирующего действия термоэластопластов на свойства полипропилена.....	38
<i>Н.Р. Прокопчук, Л.А. Ленартович, О.М. Касперович, О.А. Пех</i> Влияние термоэластопластов на устойчивость к тепловому старению тальконаполненных композиций полипропилена.....	39
<i>Л.В. Левиев, Н.Р. Прокопчук</i> Лакокрасочные композиции для химстойких покрытий.....	40
<i>Л.В. Левиев, Н.Р. Прокопчук</i> Защитные свойства покрытий на основе эпоксиноволаквинилэфирного плёнкообразователя.....	41
<i>Л.В. Левиев, Н.Р. Прокопчук</i> Влияние стеклянных чешуек на физико-механические свойства покрытий на основе эпоксиноволаквинилэфирной смолы.....	42
<i>А.В. Касперович, В.В. Мяделец</i> Исследование упруго-релаксационных свойств эластомерных композиций, содержащих модифицированный эластичный наполнитель.....	43
<i>Э.Т. Крутько, Т.А. Жарская</i> Политетрафторэтилен, модифицированный имидосодержащим олигомером.....	44
<i>Э.Т. Крутько, А.П. Логиш</i> Карбамидоформальдегидная смола, фрагментированная бис-амидокислотой.....	45
<i>А.В. Касперович, Э.Т. Крутько, А.А. Волчков</i> Эластомерные имидосодержащие композиции.....	46
<i>Е.Н. Сабадаха, Н.Р. Прокопчук, А.Л. Егорова</i> Исследование грибостойкости и фунгитоксичности основных компонентов водно-дисперсионной композиции.....	47
<i>А.И. Глоба, Э.Т. Крутько, Н.Р. Прокопчук</i> Полипиромеллитимид, фрагментированный гетероциклическим олигомером.....	49
<i>Р.М. Долинская, Я.Д. Голяк</i> Изменение свойств эластомерных композиций при различных видах старения.....	51
<i>В.С. Безбородов, С.Г. Михалёнок, Н.М. Кузьменок, А.С. Орёл</i> Дизайн анизотропных соединений с широким спектром практического использования.....	53
<i>В.С. Безбородов, С.Г. Михалёнок, Н.М. Кузьменок, А.С. Орёл</i> Оптически активные анизотропные соединения. Синтез и практическое применение.....	54
<i>С.Г. Михалёнок, Н.М. Кузьменок, В.С. Безбородов, А.С. Орёл, В.Я. Зырянов</i> Трансформация галогенидов четвертичных аммонийных солей в реакциях ионного обмена.....	55

<i>Н.М. Кузьменок, В.С. Безбородов, С.Г. Михалёнок</i> Использование реакции Митсунобу для алкилирования 4-аминофенола и его производных многоатомными спиртами.....	56
<i>Н.М. Кузьменок, В.С. Безбородов, С.Г. Михалёнок</i> Синтез 4-алкоксизамещенных анилинов по реакции Вильямсона.....	57
<i>А.И. Юсевич, К.И. Трусов, Ж.С. Шашок, Е.П. Усс, С.А. Перфильева</i> Получение мягчителя для эластомерных композиций из тяжелой смолы пиролиза завода "Полимир" ОАО "Нафтан".....	58
<i>К. Trusau, A. Kirillov, M. Kirillova, V. André, A. Usevich</i> Homogeneous oxidation of cyclohexane catalyzed by coordination compounds of copper (II), ammonia and naphthoic acids.....	59
<i>А.О. Шрубок, Е.И. Грушова, Б.Дж. Ханни Вако</i> Получение модифицированных битумных вяжущих.....	61
<i>Е.И. Грушова, А.А. Алрашиди, О.А. Ушева</i> Совершенствование экстракционной очистки масляных фракций нефти от нежелательных компонентов.....	62
<i>Е.И. Грушова, О.В. Карпенко</i> Влияние природы гачей на процесс выделения парафина методом статической кристаллизации.....	63
<i>А. Аль-Разуки, Е.И. Грушова</i> Влияние модификаторов на процессы депарафинизации и обезмасливания гачей.....	64
<i>К.В. Вишневский, Н.Р. Прокопчук</i> Прочность связи в системе резина-корд при введении добавок на основе продуктов канифоли.....	65
<i>К.В. Вишневский, Ж.С. Шашок, А.Г. Баннов, И.С. Бердюгина</i> Особенности кинетики вулканизации резиновых смесей с добавками на основе графита.....	66
<i>Е.П. Усс, Ж.С. Шашок, А.В. Касперович</i> Исследование влияния модифицирования в олигомерных средах на технические свойства резин.....	67
<i>Ж.С. Шашок, Е.П. Усс, А.И. Юсевич, К.И. Трусов, С.А. Перфильева</i> Исследование влияния нефтеполимерных смол на деформационно-прочностные свойства резин.....	68
<i>А.Л. Егорова, А.Н. Потапчик, Е.Н. Сабадаха</i> Влияние типа и количества отвердителей на физико-механические свойства непигментированных эпоксидных лакокрасочных покрытий.....	69
<i>А.С. Орёл, С.Г. Михалёнок, А.М. Кириллов</i> Дизайн и свойства самособирающихся координационных полимеров меди и серебра.....	71

<i>Р.М. Долинская</i> Роль катализатора в процессе синтеза полиуретановых композиций.....	72
<i>Р.М. Долинская, Н.Р. Прокопчук</i> Влияние размера резиновой крошки на свойства эластомерных композиций.....	74
<i>М.А. Зильберглейт, В.И. Темрук, М.О. Шевчук</i> Новые решения определения сорности бумаги для полиграфии.....	76
<i>О.В. Карманова, Ю.Ф. Шутилин, А.С. Москалев</i> Исследование свойств водонабухающих эластомерных уплотнителей.....	77
<i>О.В. Карманова, Л.В. Попова, А.Ю. Фатнева.</i> Анализ кинетики структурирования диеновых каучуков в присутствии композиционных активаторов вулканизации.....	78
<i>О.В. Карманова, С.Т. Тихомиров, Ж.С. Шашок</i> Исследование свойств радиационного бутилрегенерата.....	79
<i>В.А. Седых, Е.В. Королева.</i> Модификация резин на основе бутадиеннитрильных каучуков корундом.....	80
<i>Е.В. Комарова, В.М. Болотов</i> Изучение спектральных характеристик БАС растительного сырья.....	81
<i>П.Н. Саввин</i> Оптические свойства экстрактов антоцианов.....	82
<i>И.Т. Изуменова, А.М. Шульга</i> Применение метода равновесного термомеханического анализа для исследования взаимодействия фуллеренов с эластомерами.....	83
<i>А.А. Никифоров, А.С. Дойников, Н.А. Охотина, С.И. Вольфсон</i> Влияние технологических добавок на распределение длины волокон композиций полиамида 1010 наполненных стекловолокном.....	84
<i>Э.Р. Рахматуллина, Р.Ю. Галимзянова, М.С. Лисаневич, Ю.Н. Хакимуллин</i> Влияние условий переработки полипропилена на его свойства.....	85
<i>Н.П. Миронова, Е.С. Капитонов, А.М. Болонина, А.З. Файзуллин, И.З. Файзуллин</i> Исследование влияния целлюлозных наполнителей из возобновляемых источников на эксплуатационные свойства композиций на основе полипропилена.....	87
<i>Е.С. Капитонов, Н.П. Миронова, А.М. Болонина, А.З. Файзуллин, И.З. Файзуллин</i> Модифицированный древесно-полимерный композиционный материал на основе полиэтилена.....	88
<i>А.М. Болонина, Е.С. Капитонов, Н.П. Миронова, А.З. Файзуллин, И.З. Файзуллин</i> Влияние сферического наполнителя на физико-механические и эксплуатационные свойства древесно-полимерных композитов.....	89

<i>И.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон, А.З. Файзуллин, А.М. Болонина, Е.С. Капитонов, Н.П. Миронова</i> Влияние нанонаполнителя на эксплуатационные свойства древесно-полимерных композитов.....	90
<i>А. Н. Ибатуллин, А. Р. Каримова, О. А. Панфилова, Н. А. Охотина, С. И. Вольфсон</i> Влияние условий переработки и эксплуатации на свойства термопластичных вулканизатов на основе тройной полимерной смеси.....	92
<i>Т. С. Котельникова</i> Относительно кинетики образования эфиров муравьиной кислоты.....	94
<i>Н.С. Николаева, Л.П. Иванова, А.Г. Файзрахманова, А.И. Касимова, А.Г., Н. А. Охотина</i> Исследование влияния микропримесей на газофазную полимеризацию бутадиена-1,3.....	95
<i>Д.С. Сергеевич, Н.А. Белясова</i> Подходы к анализу степени биодegradации полилактидных пленок.....	97
<i>И.С. Казловский, Д.В. Бурко, А.И. Береснев, А.И. Зинченко</i> Создание штамма-продуцента химерного белка, включающий аффинный домен к ДНК – SSO7D и т7-рнк-полимеразу.....	98
<i>О.В. Мелешко, Н.А. Белясова</i> Определение чувствительности микроорганизмов в составе биопленок к биоцидам методом регистрации дыхательной активности.....	100
<i>Н.М. Михалко, О.И. Лазовская, О.С. Игнатовец, В.Н. Леонтьев</i> Подбор условий введения салициловой кислоты в лекарственную массу для пластырей.....	101
<i>И. К. Хацкевич, С. А. Ламоткин</i> Особенность и новизна проведения эксперимента с учетом требований ТР ТС 017 и ТР ТС 025.....	102
<i>А.А. Швед, И.Н. Кузнецов</i> Техничко-экономический анализ способов переработки послеспиртовой барды.....	103
<i>Е.Д. Скаковский, Л.Ю. Тычинская, Д.Н. Латышев, С.Н. Шиш, С.А. Ламоткин</i> ЯМР анализ сока и экстрактов семян клюквы.....	104
<i>С.А. Ламоткин, А.Н. Никитенко, М.И. Леснева</i> Термодеструкция растительных масел и купажей в присутствии кислорода и инертной среде.....	105
<i>С.А. Ламоткин, А.Н. Никитенко, В.О. Мартинчик</i> Влияние количества кислорода на процесс окисления растительных масел.....	106
<i>А.В. Игнатенко.</i> Оценка токсичных веществ в водной среде	

методом редуктазной пробы.....	107
<i>Е.Д. Скаковский, Л.Ю. Тычинская, С.Н. Шили,</i>	
<i>А.Г. Шутова, С.А. Ламоткин</i> ЯМР анализ водных экстрактов	
семян <i>nigellasativa</i> L.....	108
<i>Е.Ф. Чернявская, Н.А. Белясова, Н.В. Мониц</i> Метод	
оценки антимикробных свойств биоцидных препаратов,	
основанный на регистрации редуктазной активности	
бактерий в составе биопленок.....	
	109
<i>Е.Ф. Чернявская, Н.А. Белясова, Г.Л. Вериги</i> Анализ	
состава микробиоты желудочно-кишечного тракта	
цыплят белорусских птицефабрик.....	
	110
<i>Е.В. Мониц, Н.А. Белясова</i> Разнообразие «нежелательных»	
микроорганизмов в помещениях D-класса по производству	
жидких лекарственных форм.....	
	111
<i>В.М. Менча, Д.И. Демид, В.Н. Леонтьев</i> Сравнительная	
характеристика разрабатываемого на предприятии	
СООО «Лекфарм» дженерического препарата на основе	
золедроновой кислоты с отечественными аналогами.....	
	112
<i>А.И. Чешейко, О.С. Игнатовец, Д.С. Глинник</i> Изучение	
биodeградации пестицидов 2,4-дихлорфеноксисукусной	
кислоты и трибенурон-метила при их совместном	
использовании.....	
	113
<i>С.В. Черепица, С.С. Ветохин, Н.И. Заяц, О.В. Стасевич</i>	
Оценка показателей точности методики	
газохроматографического определения токсичных	
компонентов в водно-этанольных смесях по	
результатам межлабораторного эксперимента.....	
	114
<i>О.В. Стасевич, В.А. Лось</i> Оценка эффективности способов	
выделения феруловой кислоты из свекловичного жома.....	
	115
<i>О. А. Новосельская, И. А. Хмызов, А. А. Пенкин, Т. В. Соловьева</i>	
Особенности взаимодействий красящих веществ	
в структуре печатных видов бумаги.....	
	116

ПРИОРИТЕТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТЕПЛИЧНОГО ОВОЩЕВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Становление инновационной системы на современном этапе должно формироваться на основе новых знаний и информации, создании и внедрении современных технологий, конкуренции производства как главного фактора экономического развития. Инновационное развитие должно обеспечивать тесное взаимодействие научной и производственной деятельности, при этом необходима активная поддержка государственных органов в виде выделения финансирования, а также создания благоприятных экономических, социальных и правовых условий.

Применительно к предприятиям тепличного комплекса сущность инновационных процессов заключается в постоянном организационно-экономическом, техническом и технологическом обновлении производства, направленном на его совершенствование с учетом достижений науки, техники и мирового опыта. К приоритетным направлениям развития тепличного овощеводства Республики Беларусь относится ускоренное внедрение энергоэффективных и экологически безопасных малообъемных технологий, повышение качества и расширение экспорта продукции.

К организационным методам реализации инновационного развития следует отнести создание научно-производственных объединений, например, создание на базе агрокомбината «Ждановичи» единственной в республике лаборатории по производству шмелей для опыления растений, производительностью до 2 тыс. шмелиных семей в год, которая может обеспечивать потребности тепличных комбинатов Беларуси. Организация целенаправленной деятельности информационно-консультационной службы по оказанию помощи товаропроизводителям в освоении инноваций и передового опыта, которая функционирует на базе «Минского парниково-тепличного комбината» с участием представителей известной голландской фирмы «Агротех-Дидам» (Нидерланды).

Только при осуществлении всего комплекса указанных мероприятий может быть повышена инновационная активность в тепличном овощеводстве страны, обеспечивающая стабилизацию производства и создание условий для его нормального развития.

А.А. Пенкин, доц., канд. техн. наук;
С.А. Гордейко, ассист., канд. техн. наук;
И.А. Хмызов, доц., канд. техн. наук;
Т.В. Соловьева, проф., д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО ПОЛУФАБРИКАТА С БАРЬЕРНЫМИ СВОЙСТВАМИ В ТЕХНОЛОГИИ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ

Основными видами вторичного волокнистого сырья, обладающего высокими барьерными свойствами являются бумага и картон изготовленные с применением специальной обработки, необходимой для упаковки материалов в пищевой промышленности. Переработка таких отходов по традиционной технологии вызывает большие трудности на участках их подготовки и размола.

В результате проведенных исследований установлено, что при использовании приема механо-химического облагораживания таких отходов эти трудности нивелируются, и они могут использоваться в композиции с макулатурой высоких марок.

При этом частичная замена (в количестве 10–20%) традиционно используемой в композиционном составе печатных видов бумаги макулатуры марки МС-1А на дешевую ранее не используемую, обладающую высокими барьерными свойствами, после механо-химического облагораживания не привело к технологическим трудностям и не ухудшило структурно-механические свойства бумаги. Об этом свидетельствуют такие показатели качества как толщина, белизна, разрывная длина, индекс сопротивления разрыву, индекс поглощения энергии при разрыве, непрозрачность.

Таким образом, для изготовления экспериментальных промышленных образцов печатных видов бумаги рекомендовано использование в композиционном составе бумаги 10% отходов бумаги с высокими барьерными свойствами после механо-химического облагораживания.

Оптимальные параметры механо-химического облагораживания следующие: продолжительность роспуска вторичных волокнистых полуфабрикатов – 40 мин; величина межножевого зазора в дисковой мельнице – 0,5 мм; частота вращения диска в мельнице – 1500 мин⁻¹; расход ПАВ марки «ТМ-Тексолан НМ» – 1,0% от массы макулатуры.

А.А. Квеско, асп.; Т.В. Чернышева, ст. науч. сотр.;
В.Л. Флейшер, канд. техн. наук, доц.
(БГТУ, Минск)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА РЕАГЕНТОВ НА ПРОЦЕСС КИСЛОТНО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ГИДРАТАЦИИ ЖИВИЧНОГО СКИПИДАРА

В настоящее время для Республики Беларусь актуальным и перспективным направлением является получение вторичных продуктов на основе живичного скипидара. Одним из таких продуктов является сосновое флотационное масло, состоящее, в основном, из терпеновых спиртов (α -, β -, γ -терпинеолы).

Целью исследований являлось изучение динамики и условий процесса гидратации α -пинена живичного скипидара и его α -пиненовой фракции, а также апробация оптимальных режимов данного процесса в присутствии кислотных катализаторов с получением максимального выхода терпеновых спиртов. В предыдущих исследованиях нами была использована муравьиная кислота с концентрацией 70%. Продолжая изучение процесса гидратации α -пинена были изменены условия проведения реакции и компонентный состав исходных реагентов.

Реакцию гидратации α -пинена живичного скипидара с 70%-ной муравьиной кислотой проводили при соотношении α -пинена скипидара к муравьиной кислоте – 1,0 : 1,3 и 1,0 : 1,5 в течение 5 ч. Максимальный выход терпинеолов составил 29–30% при соотношении исходных реагентов 1,0 : 1,5 в течение 3 ч гидратации.

Изменяя компонентный состав реагентов, а именно, используя скипидарно-пиненовую смесь, содержащую 90% α -пинена, а также изменяя условия протекания реакции на 1-ой стадии процесса гидратации, получили максимальный выход терпеновых спиртов 48% в течение 2 ч гидратации при оптимальном соотношении реагентов 1,0 : 1,5. Это могло бы привести к значительной экономии α -пинена, если рассматривать его в качестве исходного сырья для получения соснового флотационного масла.

Гидратация живичного скипидара с ортофосфорной кислотой различных концентраций и ее смеси с 70%-ной муравьиной кислотой не дало должных результатов. Очевидно, это связано с отсутствием в системе поверхностно-активных веществ, так как реакционная среда является гетерогенной.

Н. О. Азовская, преп., канд. с-х. наук,
В. В. Перетрухин, доц., канд. техн. наук,
Г.А. Чернушевич, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

РИСК ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ЗАГРЯЗНЁННОЙ ПРОДУКЦИИ ЛЕСА

В настоящее время в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивное загрязнение снизилось с 23 до 16% лесных угодий Беларуси, в различной степени загрязнены 45 лесхоза. После распада короткоживущих радионуклидов и включения основных долгоживущих дозообразователей Cs-137 и Sr-90 биологический круговорот веществ, радиационная обстановка в лесах изменяется крайне медленно, так как самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада, продолжающегося многие десятилетия. В Беларуси произрастает около 200 видов грибов, из которых 35 обычно используются в питании населения.

При анализе сухих грибов из 43 районов Беларуси было выявлено, что превышение РДУ-99 наблюдается в 13 районах, преимущественно Гомельской области. Также наблюдается превышение степени загрязнённости в грибах из Стобцовского и Несвижского лесов Минской области, Ивьевского и Новогрудского – Гродненской, Лунинецкого – Брестской, в Могилевской области – в Шкловском районе.

При хроническом потреблении загрязнённых цезием-137 грибов, индивидуальная доза внутреннего облучения может составить (при превышении РДУ-99) 0,43–2,33 мЗв (для примера Светлогорский район – 3000 Бк/кг и Ветковский – 16282 Бк/кг). В соответствии с ГН №213 «Критерий оценки радиационного воздействия», индивидуальная предельно допустимая доза от техногенных источников, которую человек может получить за весь период жизни, составляет 70 мЗв или 1 мЗв/год для населения, которое проживает возле леса и систематически употребляет грибы в пищу (в среднем около 30 грамм в день). Если проанализировать степень загрязнённости грибов не предоставляется возможным, то подстраховкой будет вымачивание или отваривание в соленой воде с добавлением уксуса или лимонной кислоты, отвар нужно удалять через каждые 15 минут (30 минут для пластинчатых грибов, 45 – для трубчатых). Необходимо строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий труда, радиационный контроль сырья и готовой продукции, применение энтеросорбентов для выведения радионуклидов из организма, например, препарат «Витапект», употребление свежих фруктов и овощей.

Е.В. Дубоделова, ст. преп., канд. техн. наук;
В.А. Свистунова, магистрант;
Т.В. Соловьева, проф., д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

РАЗЛИЧНЫЕ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ В КОМПОЗИЦИИ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ ДЛЯ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ

Газетная бумага является самым массовым видом бумажной продукции. В настоящее время мировые объемы ее производства составляют более 70% от всех видов бумаги для печати. Сырьем для получения газетной бумаги является термомеханическая масса (ТММ) вырабатываемая, как правило, из древесины ели, которая позволяет выпускать бумагу высокого качества.

В породном составе насаждений Республики Беларусь доля древесины ели менее 10%, что вызывает ее дефицит и импортирование в производстве газетной бумаги. В то же время доля древесины сосны более 50%, однако, по сравнению с древесиной ели, сосна отличается большей длиной механических волокон – трахеид, их большей толщиной, жесткостью; она менее реакционноспособна, труднее фибрируется и содержит повышенное количество смоляных веществ. Все это вызвало необходимость проведения специальных исследований в направлении частичной замены древесины ели древесиной сосны в композиции ТММ.

Исследования показали, что при совместном размоле древесины ели в условиях получения ТММ для газетной бумаги с введением в композицию древесины сосны в количестве от 10 до 50%, продолжительность размола до заданной степени увеличивается на 12–15%. При этом доля длинно- и средневолокнистой фракции существенно возрастает, а мелковолокнистой – снижается.

Образцы полученной в лабораторных условиях бумаги имитирующей газетную, показали, что с увеличением доли сосны в композиции ТММ, в названном диапазоне, ее прочность в некоторой степени снижается. Так, если разрывная длина образцов бумаги из еловой ТММ составила 2880 м, то замена 50% ели на такое же количество древесины сосны показала снижение прочности до 2670 м.

Все это предопределяет необходимость использования разработанного нами ранее приема упрочнения бумаги из ТММ путем химического активирования лигноуглеводной матрицы древесины.

Н.В. Жолнерович, доц., канд. техн. наук;
И.В. Николайчик, ассист., маг. техн. наук;
Н.В. Черная, проф., д-р техн. наук; А. А. Казакевич, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ В ТЕХНОЛОГИИ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ВИДОВ БУМАГИ

Производство санитарно-гигиенических видов бумаги характеризуется выпуском продукции низкой массы метра квадратного (17–35 г/м²) и связанной с этим проблемой формирования однородной структуры бумаги и достижения требуемого комплекса свойств. Такая бумага должна обладать высокими сорбционными свойствами, достаточной механической прочностью и влагопрочностью. Эффективным способом решения указанных проблем является применение в композиции бумажной массы вспомогательных химических веществ, к которым относятся модифицированные карбамидоформальдегидные олигомеры.

Для изучения влияния модифицированных ϵ -капролактамом карбамидоформальдегидных олигомеров (КФО) на изменение свойств санитарно-гигиенических видов бумаги в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги массой 25 г/м² из беленой сульфатной хвойной целлюлозы. Содержание КФО, модифицированного в соотношении карбамид : ϵ -капролактама 1 : 0,5 варьировали от 0,5 до 2,0% от а.с.в.

Установлено, что применение данного олигомера в композиции бумаги в количестве 1,0% от а.с.в приводит к повышению разрывной длины от 1800 до 3450 м, капиллярной впитываемости от 5 до 8,3 мм и влагопрочности от 3,3 до 5,4%.

Изучено также влияние исследуемого олигомера на показатели качества образцов бумаги в присутствии электролита полиоксихлорид алюминия Pro-Aqua (0,02% от а.с.в.). Установлено, что применение данного олигомера в количестве 1,0% от а.с.в приводит к достижению разрывной длины 3720 м, капиллярной впитываемости 8,5 мм и влагопрочности 4,8%.

Таким образом, применение модифицированного карбамидоформальдегидного олигомера с содержанием ϵ -капролактама в соотношении карбамид : ϵ -капролактама 1 : 0,5 в композиции санитарно-гигиенических видов бумаги позволило повысить их физико-механические свойства в 1,5–1,9 раза при увеличении капиллярной впитываемости в 1,6–1,7 раза.

И.Т. Ермак, доц., канд. биол. наук;
А.К. Гармаза, доц., канд. техн. наук;
Ю.С. Радченко, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ШУМОВОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОЧИХ НЕГОРЕЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Негорельский учебно-опытный лесхоз является базовым учреждением Белорусского государственного технологического университета, где используется высокопроизводительное оборудование, машины и механизмы, создающие шум и вибрацию, неблагоприятно воздействующие на человека. Это, прежде всего, транспортные средства лесохозяйственного профиля, деревообрабатывающее и другое производственное оборудование.

Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте относят к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Поэтому накопление сведений по уровням шума и вибрации, генерируемых различными видами оборудования является важной задачей.

Проведенные исследования уровней шума и вибрации на рабочих местах работников Негорельского учебно-опытного лесхоза позволили установить значительное превышение этих параметров нормативных значений. Особенно сильному воздействию этих вредных и опасных производственных факторов подвержены рабочие, использующие деревообрабатывающее оборудование, вальщики леса и обрубщики сучьев (бензопилой), трактористы на подготовке лесосеки и трелевке леса. Класс вредности условий труда на этих рабочих местах вредные 3, степени 3.3 и 3.4 (хроническое утомление, не компенсируемое кратковременным отдыхом, приводит к повышению общей заболеваемости, развитию профессиональных заболеваний, снижению работоспособности, снижению продолжительности жизни).

Согласно действующего законодательства, работники, выполняющие такие работы имеют право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск, сокращенную продолжительность рабочего времени, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

Н.В. Жолнерович, доц., канд. техн. наук,
И.В. Николайчик, ассист., маг. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АМИНОАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ В ВОДНО-ВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ

Бумажная масса представляет собой многокомпонентную многофазную лиофильную дисперсную систему, основным компонентом которой являются растительные волокна. Их электрокинетические параметры и адсорбционные свойства относятся к фундаментальным характеристикам и во многом определяют направление процессов, протекающих при подготовке бумажной массы и последующих этапов изготовления бумаги и картона. Степень взаимодействия растительных волокон между собой и с химическими вспомогательными веществами во многом определяется возникающим при контакте растительных волокон с водой электрокинетическим потенциалом (ζ -потенциал) и мерой содержания интерферирующих веществ в волокнистом полуфабрикате (показатель катионной потребности). Изменение этих параметров в процессах массоподготовки влияет на эффективность дозировки химических реагентов.

О взаимодействии модифицированных ϵ -капролактамом аминокальдегидных олигомеров в водно-волокнистой суспензии судили по изменению ζ -потенциала волокон целлюлозы и катионной потребности бумажной массы, полученной на их основе. Определение указанных параметров осуществлялось на анализаторе заряда волокон FPA и анализаторе заряда частиц CAS(AFGAnalyticGmbH, Германия).

Установлено, что введение в бумажную массу аминокальдегидных олигомеров анионного характера в количестве от 0,2 до 1,0% от а.с.в. приводит к снижению ее катионной потребности от 22,5 до 19,7 мл/л и увеличению ζ -потенциала от $-26,5$ до $-24,5$ мВ. Вероятно, это обусловлено адсорбцией анионных олигомеров на отрицательно заряженной поверхности целлюлозного волокна вследствие ион-дипольного взаимодействия с участием ориентированных диполей воды. Увеличение содержания исследуемых олигомеров в композиции бумажной массы приводит к обратным эффектам.

Таким образом, показано, что характер взаимодействия модифицированных ϵ -капролактамом аминокальдегидных олигомеров зависит от их содержания в композиции водно-волокнистой суспензии.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА СОЛОМЫ ТРИТИКАЛЕ

В настоящее время в различных странах проводятся исследования по совершенствованию существующих и поиску новых более эффективных способов гидролитической переработки различных видов лигноцеллюлозной биомассы, которая часто рассматривается как метод ее предварительной обработки с целью деполимеризации полисахаридов до моносахаридов и их последующей биоконверсии главным образом в этиловый спирт.

В химии растительного сырья в последние годы находит применение использование электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ) (микроволновое излучение). Отмечено, что воздействие СВЧ-энергии значительно интенсифицирует процессы и снижает затраты электроэнергии.

Использование СВЧ-энергии может значительно увеличить полноту и снизить продолжительность процесса растворения.

Результаты гидролиза соломы тритикале при различных условиях СВЧ-обработки приведены в таблице.

**Таблица – Влияние СВЧ-обработки на гидролитическую деструкцию
полисахаридов соломы тритикале**

Условия СВЧ-гидролиза		Выход РВ, % от массы а. с. навески		Содержание углеводов в остатке после гидролиза, % от массы абсолютно сухой навески
продолжительность, с	температура, °С	до инверсии	после инверсии	
6	95	10,01	12,81	37,65
7	120	16,80	19,02	32,82
8	130	19,95	23,20	29,60
9	140	21,08	24,60	26,92

Как видно из таблицы, максимальный выход РВ (24,6%) от массы абсолютно сухой навески соломы, пропитанной 2,5%-ным раствором серной кислоты, достигается при продолжительности СВЧ-обработки 9 с (температура 140°С). При этом в целлолигнине сохраняется достаточно высокое содержание полисахаридов (26,92 %) для дальнейшей микробиологической переработки.

Применение СВЧ-нагрева для осуществления процесса гидролиза полисахаридов обеспечивает максимальный выход моносахаридов при существенной интенсификации процесса.

БИОКОНВЕРСИЯ СОЛОМЫ РАПСА МИЦЕЛИАЛЬНЫМИ ГРИБАМИ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ОБОГАЩЕНИЯ БЕЛКОМ

При культивировании микроорганизмов (преимущественно мицелиальных грибов) на растительном сырье осуществляется биоконверсия углеводов и обогащение субстратов белком.

Содержание белка в кормовых добавках, получаемых микробиологическим синтезом, зависит главным образом от вида применяемых микроорганизмов-продуцентов, вида субстрата, способа и условий культивирования.

Предварительную обработку соломы осуществляли методом автогидролиза. Показано, что оптимальными условиями проведения автогидролиза являются температура 170°C и продолжительность 60 мин.

Предварительная обработка автогидролизом привела к изменению соотношения количества ЛГПС к ТГПС (с 0,89 до 0,49), что свидетельствует об эффективности такой предобработки.

Биоконверсия полученного после удаления гемицеллюлоз автогидролизом целлолигнина соломы рапса мицелиальными грибами *Trichoderma viride* методом твердофазной ферментации обеспечивает ее обогащение белком до 19,1% (при биоконверсии исходной соломы без предварительной обработки – до 18,6%), что соответствует требованиям по содержанию белка для белоксодержащих кормовых добавок.

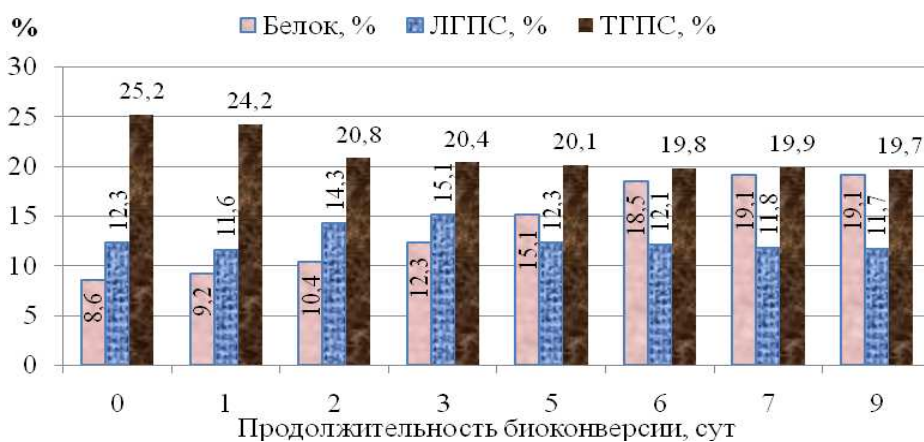


Рисунок – Результаты биоконверсии целлолигнина соломы рапса, полученного предобработкой методом автогидролиза

А.А. Макеенко, асп.;
Г. В. Наумова, проф., д-р техн. наук
(Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск);
И.А. Хмызов, доц., канд. техн. наук;
Т. В. Соловьева, проф., д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

УПРОЧНЯЮЩИЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ТОРФА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОГО ФОРМОВАННОГО ТОПЛИВА

В настоящее время в производстве древесного формованного топлива существует проблема связанная с транспортной прочностью готовой продукции, т. е. из-за действия вибраций, возникающих при транспортировке, частично разрушается композиция древесного топлива. Для решения этой проблемы предлагается использовать модифицирующие добавки на основе побочных продуктов химической переработки торфа.

В данной работе поставлена цель по выявлению возможности применения побочных продуктов химической деструкции торфа в качестве добавки к древесным формованным топливам для повышения прочности.

В лабораторных условиях были изготовлены древесные топливные гранулы (пеллеты) с добавлением твердого остатка производства гуминового препарата «Гидрогумат торфа», а также определены физико-механические показатели пеллет (плотность, предел прочности при изгибе, стойкость к истиранию). При внесении незначительного количества данной добавки в композицию пеллет их прочность при изгибе увеличивается на 30% по сравнению с контрольными значениями.

Также с помощью лабораторного вибросепаратора были проведены испытания гранул на стойкость к истиранию (виброустойчивость), которая характеризуется содержанием фракции пыли (0,25/0). Благодаря добавлению побочных продуктов производства «Гидрогумата торфа» в композицию пеллет заметно снижается доля мелких фракций, т. е. пеллеты становятся более виброустойчивыми. Так, судя по фракции пыли (0,25/0) при введении этой добавки в композицию пеллет в незначительных количествах их стойкость к истиранию увеличивается на 36%.

Использование побочных продуктов переработки торфа в топливных гранулах (пеллетах) является наиболее перспективным направлением утилизации, что обусловлено увеличением прочности формованного топлива при изгибе и стойкости к истиранию.

УДК 676.022.4

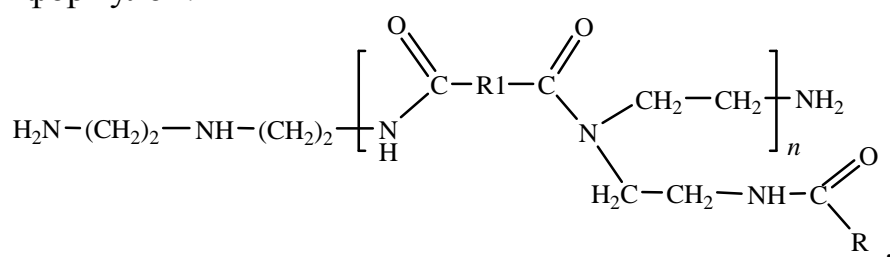
Е. В. Дубоделова, ст. преп., канд. техн. наук;
О. А. Новосельская, доц., канд. техн. наук;
В. А. Свистунова, магистрант; Т.В. Соловьева, проф., д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

АКТИВИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЛИГНОУГЛЕВОДНОЙ МАТРИЦЫ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ

Активирование компонентов лигноуглеводной матрицы древесины является эффективным техническим решением для формирования комплекса свойств термомеханической массы (ТММ), определяющим целевое назначение получаемой на ее основе бумажно-картонной продукции. Исследования показали, что применение данного решения на стадиях термогидролитической обработки древесной щепы перед размолом и гидро-химической обработки готового древесного волокна отбеливающей системой на основе пероксида водорода, может существенно расширить сырьевую базу для производства ТММ за счет замены дорогостоящей и дефицитной сортовой древесины ели (*P. abies* Karst), на широко районированные на территории Республики Беларусь древесные породы – сосну (*P. sylvestris* L.), осину (*Populus tremulae* L.), березу (*B. verrucosa* Ehrh.) и ольху черную (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn). Использование сульфита натрия на стадии термогидролитической обработки древесной щепы позволяет повысить доступность хромофорных и аукохроминых (функциональных) групп экстрактивных веществ, лигнина древесины как хвойных, так и лиственных пород и усиливает действие компонентов отбеливающей системы на основе пероксида водорода. При этом происходит разрыв химических и физико-химических связей в лигноуглеводном комплексе на стадиях термогидролитической обработки и размола, что способствует повышению доступности компонентам отбеливающей системы к хромофорным и аукохроминым структурам лигнина во вторичной клеточной оболочке. Далее наблюдается перестройка и модификация функциональных групп в древесном веществе. Это подтверждается возрастанием показателей механической прочности и белизны ТММ каждой из древесных пород. На основании проведенных исследований разработаны практические рекомендации по ведению процесса получения древесной массы в виде ТММ и ХТММ, которые могут быть использованы на РУП «Завод газетной бумаги» (г. Шклов) и ОАО «Добрушская бумажная фабрика Герой труда».

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ АМИНОАМИДОВ КАНИФОЛИ ДЛЯ ПРОКЛЕЙКИ И УПРОЧНЕНИЯ БУМАГИ

На кафедре химической переработки древесины получен новый азотсодержащий полимер на основе адипиновой кислоты и ДЭТА, модифицированный амидами смоляных кислот талловой канифоли, общей формулой:



где R – остаток смоляной кислоты; R1: (CH₂)₄.

Для исследования влияния синтезированного полимера (в виде 9%-го водного раствора) на гидрофобные и прочностные характеристики бумаги (элементарных слоев картона) были получены образцы массой 125 г/м². В качестве волокнистого сырья использовали макулатуру.

Свойства полученных образцов бумаги (разрушающее усилие в сухом состоянии P_{сух}, разрывную длину L, разрушающее усилие во влажном состоянии P_{вл}., влагопрочность В и впитываемость при одностороннем смачивании Кобб₃₀) представлены в таблице ниже.

Таблица

№ образца	Расход добавки, % от а. с. в.	P _{сух} , Н	L, км	P _{вл} , Н	В, %	Кобб ₃₀ , г/м ²
0-А (образец сравнения)	0,6	63,3	3,31	8,75	13,8	13,6
1-А	0,2	51,8	2,71	8,70	16,8	15,8
2-А	0,4	54,9	2,85	9,35	17,0	14,0
3-А	0,6	56,1	2,96	9,57	17,1	16,1
4-А	0,8	54,9	2,85	8,00	14,6	15,2
5-А	1,0	58,6	3,00	9,60	16,4	15,2

А.А. Кунавин, асп.;
 С. И. Третьяков, проф., канд. техн. наук;
 Н. А. Кутакова, доц., канд. техн. наук;
 (САФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск)

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА РАЗМОЛА БЕРЕЗОВОЙ КОРЫ НА КИНЕТИКУ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ

Для определения влияния способа размола на процесс экстрагирования бересты березовой коры использовали мельницу роторную ножевую РМ 120 (рисунок 1) и лабораторную дробилку dr. Koerner, modeII истирающего (луцильного) действия (рисунок 2).

В роторной ножевой мельнице кора подается через питающую воронку в камеру дробления. Измельчение, или резание, коры происходит при попадании частиц между ножами ротора и корпуса, при этом частицы испытывают сдвиговые деформации, подобные тем, что возникают при воздействии ножниц или ножа гильотины. На ножевой мельнице происходит лишь резание коры в различных направлениях без расслаивания.

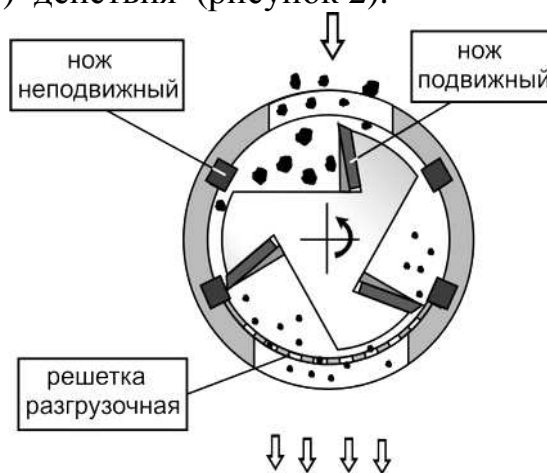


Рисунок 1 - Механизм действия роторной ножевой мельницы РМ 120

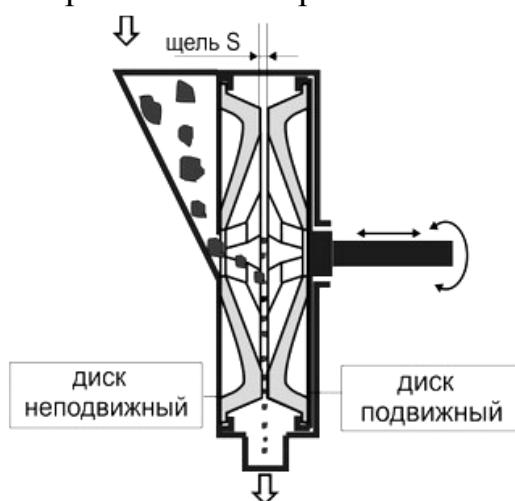


Рисунок 2 - Дробилка истирающего действия

Измельчение коры на дробилке луцильного действия происходит под воздействием ударов, истирания, трения и самоизмельчения. Частицы коры разбиваются ударами зубцов-бил, после чего они доизмельчаются между плоскими торцевыми участками дисков во внешней параллельной зоне. При этом береста разделяется на тончайшие плоские пластины (0,02- 0,03 мм), что в 10 раз меньше толщины одного слоя бересты.

Таким образом, при выборе способа размола коры для экстрагирования важное значение имеет ее анатомическое строение. Береста имеет многослойную структуру, состоит из тонких, эластичных и прочных слоев. Силы сцепления между ними небольшие, поэтому слои легко отделяются друг от друга при воздействии трения и истирания на дробилке лушильного действия.

Размолотую кору разделяли на крупную и мелкую фракции. Крупную фракцию (более 1 мм), содержащую в основном бересту, экстрагировали водно-спиртовым раствором (86 % этилового спирта) в СВЧ-поле для извлечения экстрактивных веществ (ЭВ), основной компонент – бетулин. Степень извлечения ЭВ из частиц, полученных на двух устройствах, представлена на рис. 3. Мелкую фракцию (луб) подвергали спирто-щелочному гидролизу с целью получения полифенолов.

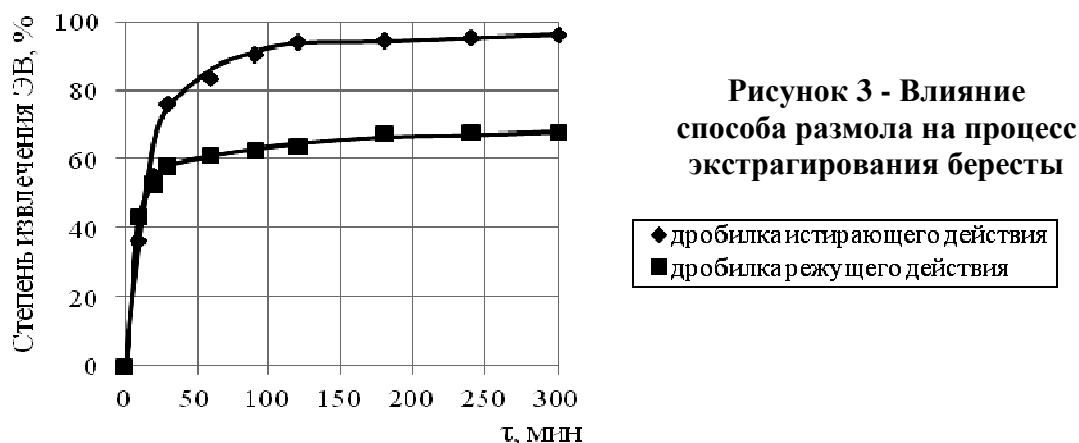


Рисунок 3 - Влияние способа размола на процесс экстрагирования бересты

По кинетическим кривым видно, что при СВЧ-экстракции скорость экстрагирования и степень извлечения бетулина-сырца из бересты, размолотой на дробилке истирающего действия, значительно выше, чем из бересты, размолотой на дробилке режущего действия.

При проведении гидролиза луба способ размола коры не оказывает влияния на кинетику процесса [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Выделение экстрактивных веществ из луба коры березы при воздействии СВЧ-поля/ А.И. Захарова, С.И. Третьяков, Н.А. Кутакова, Е.Н. Коптелова // Лесной журнал. 2015. № 4. С. 148–155.

УДК 539.16

В. Н. Босак, д-р с.-х. наук, проф.; Т. В. Сачивко, канд. с.-х. наук, доц.
(БГСХА, г. Горки)

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЙОДНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС почти 25% от общего количества выброшенных радионуклидов составлял йод-131. Практически вся территория Республики Беларусь была загрязнена йодом-131. Являясь β - и γ -излучателем, находясь в аэрозольном состоянии, йод-131 нанес основной удар по щитовидной железе людям с дефицитом йода. Период полураспада ^{131}I составляет 8,04 суток.

Степень поражения щитовидной железы зависит от поглощенной в щитовидной железе дозы, возраста человека и функционального состояния щитовидной железы.

Для защиты организма от накопления радиоактивных изотопов йода в критическом органе – щитовидной железе и теле применяются препараты стабильного йода. Препараты стабильного йода вызывают блокаду щитовидной железы, снижают накопление радиоизотопов йода в щитовидной железе и ее облучение.

Йодная профилактика начинается немедленно при угрозе загрязнения воздуха и территории в результате аварии ядерных реакторов, утечки или выбросов промышленными предприятиями в атмосферу продуктов, содержащих радиоизотопы йода.

Согласно постановлениям Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31 августа 2006 г. № 41/67 и от 14 января 2009 г. № 3/6, проведение йодной профилактики начинается при ожидаемом значении мощности дозы ионизирующего излучения 50 мкЗв/ч и более.

После изучения радиационной обстановки специальной комиссией принимается решение о продолжении или отмене йодной профилактики.

Йодная профилактика должна быть продолжена в следующих случаях:

- при превышении объемной активности радионуклидов йода в атмосферном воздухе $1,5 \cdot 10^{-13}$ Ки/л ($5,55 \cdot 10^{-3}$ Бк/л);
- при загрязнении пастбищ радионуклидами йода свыше $0,7$ Ки/км² ($2,6 \cdot 10^{10}$ Бк/км²);
- при превышении объемной активности радионуклидов йода в молоке $1 \cdot 10^{-8}$ Ки/л ($3,7 \cdot 10^2$ Бк/л).

УДК 66.061.4:630*176.321.3

С. И. Третьяков, профессор, канд. техн. наук;
Н. А. Кутакова, доц.нт, канд. техн. наук; А. В. Безумова, магистрант;
(САФУ, г. Архангельск)

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ БЕРЕСТЫ

Экстрагирование березовой коры с целью выделения бетулина и других целевых компонентов является массообменным процессом, осложненным анизотропной капиллярно-пористой структурой бересты. Диффузионные факторы особенно проявляются при выделении бетулина этиловым спиртом на первом этапе обработки.

Второй этап – выделение субериновых кислот – основан на использовании щелочного гидролиза бересты. Гидролиз полиэфиров является одним из распространенных процессов, которые достаточно широко используются в различных областях промышленности.

Цель данной работы – определение кинетической зависимости извлечения экстрактивных веществ методом спиртовой экстракции, а также субериновых кислот в процессе водно-щелочного гидролиза в зависимости от продолжительности воздействия СВЧ-поля.

Экстракция проводилась на модельных образцах бересты с фиксированными размерами: Б1 – 2,5 * 2,5 мм; Б2 – 2,5 * 5,0 мм; Б3 – 2,5 * 10,0 мм; Б4 – 5,0*5,0 мм (тангенциальное и продольное направление). Опыты проводили в условиях, при которых лимитирующей стадией массообмена являлась внутренняя диффузия.

Зависимость концентрации целевых компонентов от продолжительности обработки в СВЧ-поле показана на рис. 1 – 2.

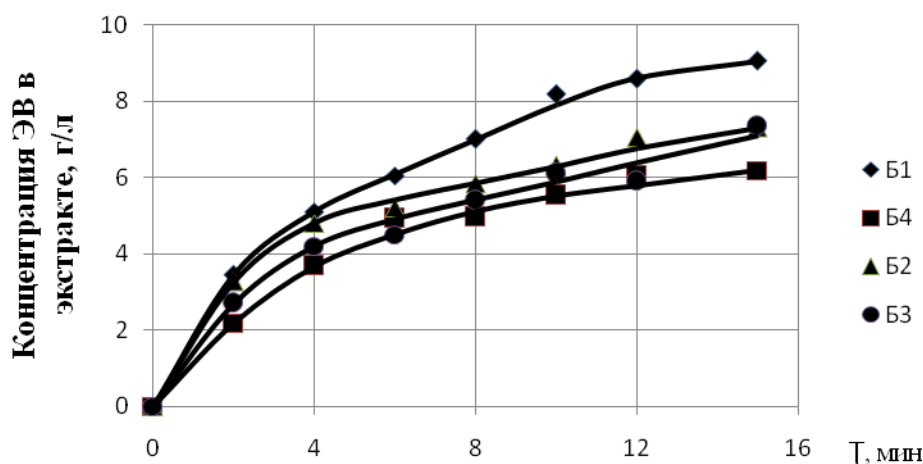


Рисунок 1 - Кинетические кривые экстракции бересты этиловым спиртом

Кинетические кривые экстракции показывают, что с увеличением размеров бересты по ширине и длине снижается скорость процесса и уменьшается степень извлечения ЭВ.

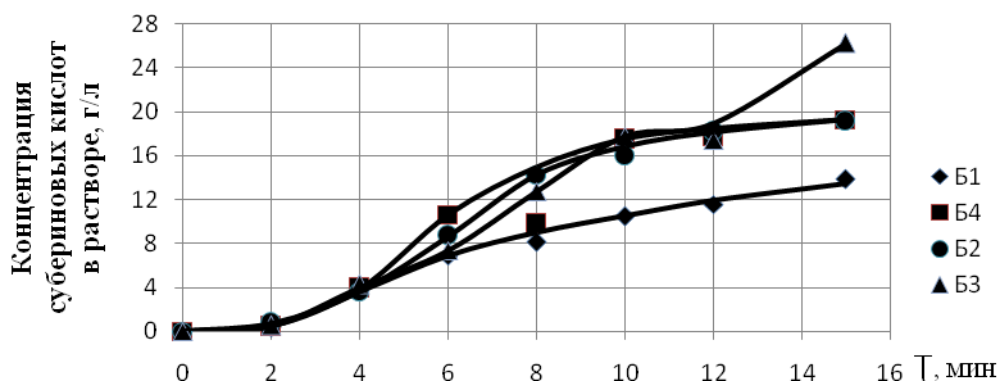


Рисунок 2 – Кинетические кривые выделения субериновых кислот

С увеличением размеров бересты по длине и ширине образца выход субериновых кислот возрастает. Установлено, что при спиртовой экстракции с уменьшением размера частиц степень недоизвлечения (E) уменьшается, а в случае гидролиза, наоборот, увеличивается.

Исследовали зависимость E от продолжительности экстракции (τ) для различных фракций березовой коры по кинетическому уравнению для регулярного режима

$$E = B \cdot \exp(-\pi^2 \cdot D \cdot \tau / R^2),$$

где B – безразмерный коэффициент, определяемый экспериментальным путем; D – коэффициент внутренней диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$; R – приведенный размер образца бересты, м.

Логарифмируя уравнение, определяли значение B и коэффициента внутренней диффузии. Затем рассчитывали степень недоизвлечения при заданной продолжительности процесса и сравнивали с экспериментальным значением.

Результаты исследования показали, что кинетика экстрагирования бересты этиловым спиртом в СВЧ-поле достаточно хорошо описывается приведенным уравнением. Процесс экстрагирования, совмещенный с водно-щелочным гидролизом (второй этап), имеет более сложный характер и требует специального описания.

УДК678.019.3

В. В. Боброва, инж., магистрант;
А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
П. С. Гринчук, член-кор. НАН Беларуси, проф., д-р физ.-мат. наук;
А. М. Мастеров, мл. науч. сотр.
(ИТМО НАН Беларуси, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАССИВНЫХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Радиационная энергия является одной из самых распространенных форм энергии. Есть некоторые природные вещества, генерирующие вид излучения, который может быть разрушительным для жизни, но, когда он используется, он может предоставлять другие виды энергии или служить в промышленном применении. Технология радиационной модификации повышает производительность, ускоряет производство, снижает стоимость и создает новые и часто лучшие продукты. В то же время она использует меньшее количество энергии, резко снижает загрязняющие выбросы и устраняет легковоспламеняющиеся и загрязняющие выбросы. Использование ионизирующего излучения для массивных эластомерных композиций с целью улучшения их эксплуатационных свойств является актуальным направлением исследовательских работ. В данной работе исследовалось влияние ионизирующего излучения на упруго-прочностные свойства эластомерных композиций на основе натурального каучука, применяемых в шинной промышленности [1].

Установлено, что в образцах, с различной степенью вулканизации, увеличивалась плотность поперечного сшивания на 13-14 %, уменьшилось на несколько градусов теплообразование по сравнению с немодифицированными образцами. Износостойкость модифицированной резины увеличилась до 3,5 раз, по сравнению с исходным образцом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jiri G.D., Radiation Technology for Polymers // Polymer-Plastics Technology and Engineering. – 2010. – P. 6 – 8

А. В. Спиглазов, доц., канд. техн. наук;
Е. И. Кордикова, доц., канд. техн. наук;
В. В. Боброва, магистрант; Д. О. Коваленя, магистрант;
Д. Ю. Колодкин, инж. (БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ИЗДЕЛИЯХ АДДИТИВНОГО СИНТЕЗА

Послойная структура материала, связанная с реализацией технологии FDM-печати, приводит к возникновению анизотропии эксплуатационных свойств по направлениям синтеза. При нанесении слоев полимера друг на друга возникает адгезионное взаимодействие между ними, величина которого обуславливает анизотропию свойств. Для определения показателей прочностных и упругих свойств проводили испытания на растяжение полимеров ГОСТ 11262–80. В соответствии с требованиями стандарта синтезировали образцы с определенными направлениями слоев по отношению к вектору действия растягивающей нагрузки.

Получены зависимости показателей прочности от направлений нагрузки относительно слоев печати ($//$ – продольное направление; \diamond – поперечное к направлению печати; \perp – направление синтеза). Отличия наблюдаются только в предельных значениях нагрузок и деформаций, что является следствием анизотропии свойств на границе стыка слоев. О влиянии анизотропии говорит уменьшение кривой пластичности материала при нагрузках близких к предельным. Так на диаграммах деформирования образцов с продольным расположением слоев наблюдается ярко выраженная кривая, что свидетельствует о пластическом характере разрушения. Для двух поперечных направлений область образования шейки отсутствует, при этом уменьшается область пластических деформаций. Это говорит о том, что на механизм разрушения в большей мере влияет адгезионная составляющая прочности, а не поведение самого материала в слоях.

Отношение эталонного значения прочности термопластичного полимера в исходном прутке к показателям прочности по направлениям слоев в образцах позволило определить коэффициенты анизотропии свойств в материалах. В зависимости от природы материала и параметров процесса коэффициент анизотропии лежит в интервале от 2,6 (для PLA пластика) до 14 (для полиэтилентерефталата). Данные коэффициенты необходимо учитывать при расчете конструкции изделий.

А. В. Спиглазов, доц., канд. техн. наук;
Е. И. Кордикова, доц., канд. техн. наук;
В. В. Боброва, магистрант; Д. О. Коваленя, магистрант;
Д. Ю. Колодкин, инж. (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ FDM-ПЕЧАТИ НА МЕЖСЛОЕВОЕ АДГЕЗИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ИЗДЕЛИЯХ

Существует множество технологий, которые можно назвать аддитивными и объединяет их одно: построение модели происходит путем добавления материала (в отличие от традиционных технологий, где создание детали происходит путем удаления «лишнего» материала). В данной работе исследовали технологию FDM-печати, в основе которой лежит выдавливание расплава термопластичного материала в виде нити с нанесением ее на ранее синтезированные слои, так называемый послойный синтез.

Основной задачей являлось выявление механизма влияния технологических факторов на анизотропию показателей прочностных свойств за счет обеспечения необходимых температурных параметров в зоне контакта между слоями.

Основным параметром, определяющим адгезионную связь между слоями, является температура в зоне контакта – T_k . Наибольшие показатели адгезии реализуется в случае, когда T_k превышает температуру плавления термопластичного полимера – T_p . Значение температуры T_k зависит от толщины наносимого слоя h – чем тоньше слой, тем меньше объем наносимого материала и тем самым меньше количество тепла, подаваемого в зону контакта; скорости перемещения экструдера v – чем ниже скорость, тем выше температура T_k за счет большей доли влияния теплопередачи от экструдера и наоборот; баланса температур между наносимым (T_1) и предыдущим слоем (T_2) – чем выше значения и разность между T_1 и T_2 , тем более вероятен прогрев зоны контакта до температуры плавления полимера. Значения скорости печати, толщины слоя и температуры процесса определяются вязкими и теплофизическими свойствами материалов, что дает возможность прогнозировать их в зависимости от природы термопластичных полимеров.

Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации параметров технологического процесса по критерию обеспечения эксплуатационных свойств материалов в конечных изделиях.

ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

При эксплуатации большинство полимерных материалов находятся в контакте с кислородом воздуха, т. е. в окислительной среде. Реакции, протекающие при старении в естественных условиях, в большинстве случаев носят характер окислительной деструкции и представляют собой радикально-цепной окислительный процесс.

Пластмассы значительно различаются по своей внутренней устойчивости к окислению. Например, ПММА или полистирол очень устойчивы при обычной температуре обработки. Ненасыщенные полимеры более чувствительны к окислению. Кроме того, устойчивость к окислению зависит от технологии производства и конечной структуры пластмассовых изделий.

Контейнеры аккумуляторных батарей являются одним из основных источников рекуперированного полипропилена. В случае жестких условий работы, повышенной температуры и агрессивной среды в которых оказывается данный вид изделий, строение и морфология полипропилена претерпевает существенные изменения. Дегградация полипропилена из-за потери стабилизаторов значительная из-за наличия лабильного третичного атома углерода. Фактически полипропилен очень подвержен деструкции при переработке литьем под давлением и экструзией. Поэтому вторичная переработка полипропилена возможна только при хорошей стабилизации материала.

Для оценки эффективности термостабилизатора ПО АО-11, вводимого в композицию, проводили испытание на стойкость к термическому воздействию. Эффективность работы стабилизатора оценивали по прочности и относительному удлинению при растяжении образцов, подвергнутых старению в камере при температуре 150°C.

При проведении термоокислительного старения была обнаружена разница в поведении термостабилизированных и исходных композиций. Исходные композиции теряли прочностные характеристики при минимальном времени теплового старения, в то время как термостабилизированные композиции показывают незначительное уменьшение прочностных характеристик в течение 150 ч. старения.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности применения термостабилизатора ПО АО-11 для композиций на основе смесей полимерсодержащих отходов аккумуляторных батарей.

Доц. Касперович О. М., ст. преп. Петрушеня А. Ф.,
доц. Наркевич А. Л., зав. лаб. Калинка А. Н.,
студ. Шинкевич Р. А. (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

В настоящее время, в связи со все более возрастающими объемами захоронения отходов на полигонах остро ставится вопрос об увеличении доли использования отходов – это по отношению к их обезвреживанию или захоронению при условии соблюдения требований законодательства об охране окружающей среды и с учетом экономической эффективности является приоритетным согласно Закону Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20.07.2007 г. №271-З, а использованные изделия, содержащие в своем составе полимерные материалы, потенциально являются ценным вторичным сырьем, например: как сырьевой ресурс пластик в использованных автомобильных аккумуляторных батареях может быть использован для производства новой продукции. Причем надо отметить, что этот ресурс относится к группе смешанных полимерных отходов потребления и производства, состава которых переменный, и использование таких отходов для производства изделий традиционными методами затруднена.

Объектом исследования в данной работе выступили полимерсодержащие отходы, образующиеся при разделке аккумуляторных батарей в ОАО «Белцветмет», состоящие из двух фракций [1]:

- фракция, состоящая в основном из полипропилена;
- фракция, состоящая в основном из сшитого полиэтилена.

Особенностью вторичных полимерных материалов, получаемых из изделий бывших в употреблении, являются более низкие механические свойства и устойчивость к старению по сравнению с соответствующими первичными полимерами, вследствие реакций деструкции и сшивания, неизбежно происходящих в них под действием различных факторов, таких как повышенная температура, механические нагрузки, воздействие УФ-излучения, кислорода воздуха и т. д.; они утрачивают свои эксплуатационные характеристики, и из них невозможно изготовить полноценный продукт, сопоставимый по качеству с продуктом из первичного полимера.

Поэтому использование полимерных отходов в качестве вто-

ричного сырья возможно после проведения их предварительной стабилизации и модификации, с целью регулирования и восстановления, утерянных ими в процессе переработки и эксплуатации свойств.

В качестве модифицирующих добавок были выбраны промышленно выпускаемые суперконцентраты скользящих добавок (на основе эрукамида) и лубрикантов (Cromex 5540), нуклеатора (ФН-7,5-11), меловых добавок, красителей (красный, синий, зеленый, черный), антипирена (Cromex).

Композиции и образцы для испытаний на растяжение, изгиб, срез и удар получали по технологии пласт-формования, путем смешения на червячном экструдере с последующим прессованием пластицированной массы на гидравлическом прессе в охлаждаемой оснастке [2].

Результаты испытаний показали, что при введении скользящих добавок и лубрикантов перерабатываемость композиций улучшается, снижается прилипание материала к формующему инструменту. При этом механическая прочность образцов на растяжение и изгиб незначительно снижается, не более 10%, от введения в композиции скользящих добавок (эрукамид) в количестве до 5%, и не изменяются при введении лубрикантов.

Повышение содержания меловой добавки привело к снижению ударной вязкости, как и введение нуклеатора и не повлияло на остальные прочностные характеристики композиций.

Краситель вводился в количестве 6%, что привело к незначительному снижению физико-механических характеристик, однако при меньшем количестве требуемого цветового оттенка достигать не удавалось, что было связано с изначально темным цветом базовой композиции. Меловая добавка, вводимая совместно с красителями, позволяла добиться более равномерно окрашивания и яркого оттенка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпович, О. И. Состав и структура полимерсодержащих отходов ОАО «Белцветмет» / О. И. Карпович, М. М. Ревяко, Е. З. Хрол, А. В. Дубина // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. № 4 (177). – Мн.: БГТУ, 2015. – С. 74–77.

2. Физико-механические свойства композиционных материалов на основе полимерсодержащих отходов, образующихся в ОАО «Белцветмет» / О. И. Карпович, А. Л. Наркевич, А. Ф. Петрушеня, Е. З. Хрол, Я. И. Поженько // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. № 4 (177).– Мн.: БГТУ, 2015. – С. 78–82.

О. И. Карпович, доц., канд. техн. наук;
А. Н. Калинка, зав. лаб.; А. П. Васеха, маг. (БГТУ, г. Минск)

ОЦЕНКА ФОРМУЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Материалы на основе металлсодержащих полимерных отходов, образующихся в ОАО «Белцветмет», обладают относительно низкими механическими характеристиками. Следовательно, изделия, изготовленные из данных материалов должны иметь конструктивные элементы (ребра жесткости, утолщения, приливы, бобышки и т.п.) для обеспечения необходимой жесткости и прочности. Возможность получения этих конструктивных элементов ограничено, прежде всего, высокой вязкостью композиций. Целью работы являлась оценка возможности формования отдельных конструктивных элементов, а также оценка минимальной толщины стенки изделия, получаемого методом пласт-формования.

Для композиций на основе металлсодержащих отходов по методу сжатия между плоскопараллельными плитами определены параметры закона вязкого течения (коэффициент консистенции, показатель степени в законе течения, условный предел текучести) при стационарном и нестационарном режимах сжатия. Получены зависимости параметров от содержания компонентов и технологических добавок.

Получены зависимости конечной толщины изделия от усилия прессования, которые позволяют определить минимальную толщину стенки изделия при заданных режимах формования.

На основании решения задачи о затекании нелинейно вязкой композиции в щель заданной конфигурации получены зависимости глубины затекания от давления на входе в щель. С увеличением давления глубина затекания увеличивается. Следовательно, при больших давлениях можно получать более высокие и тонкие стенки в изделиях, а также конструктивные элементы (бобышки, ребра жесткости и т.д.). Даже при высоких давлениях (около 10 МПа) глубина затекания не превышает 60–80 мм. Это говорит о том, что из данных композиций невозможно получать изделия с высокими тонкими стенками. Полученные результаты можно использовать при разработке конструкции изделий из металлсодержащих полимерных отходов, а также для расчета технологических параметров их получения.

О. И. Карпович, доц. канд. техн. наук;
А. Л. Наркевич, доц., канд. техн. наук; А. П. Васеха, маг.
(БГТУ, г. Минск)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ ПО МЕТОДУ ПЛАСТ-ФОРМОВАНИЯ

Для подбора основного оборудования при организации производства изделий из металлсодержащих полимерных отходов, образующихся в ОАО «Белцветмет» необходимы сведения о требуемых параметрах данного оборудования, которые зависят от технологических параметров процесса переработки. С этой целью в работе на основании данных о технологических характеристиках композиций проведены расчеты основных параметров технологического процесса переработки металлсодержащих полимерных отходов в изделия различного назначения.

В качестве процесса переработки предложен метод прессования предварительно пластицированной заготовки (пласт-формование), один из немногих пригодный для переработки подобных отходов. К основному технологическому оборудованию для осуществления данного процесса относятся пластикатор (червячный экструдер), необходимый для перевода композиции в вязкотекучее состояние, и гидравлический пресс, необходимый для деформирования заготовки.

Используя энергию активации термоокислительной деструкции, получена зависимость между значениями температуры и продолжительности ее воздействия, при которых снижение ресурса изделия за счет термоокислительной деструкции перерабатываемой композиции будет в установленных границах. На основании данной зависимости установлены оптимальные температурные режимы переработки.

Получены зависимости времени цикла и производительности процесса формообразования изделий от массы получаемого изделия и максимальной толщины его стенки. Получена зависимость усилия прессования заготовки от объема при различных значениях конечной толщины изделия. Чем меньше толщина стенки изделия, тем выше усилие прессования.

Проведенные расчеты и полученные зависимости позволяют оценить оптимальные параметры процесса переработки металлсодержащих полимерных отходов в изделия различного назначения и осуществить подбор основного технологического оборудования.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОТХОДОВ КОЖИ

После стадии дубления образуется полуфабрикат, который называется wet-blue и обладает высокой жесткостью. В процессе получения готового изделия проводят обрезку по заготовкам, что тоже приводит к образованию отходов, которые являются более эластичными по сравнению с wet-blue.

Данные отходы неплавкие и после измельчения могут быть использованы как дисперсный наполнитель для получения композиционного материала. Наполнитель, в первую очередь, определяется размерами его частиц и их полидисперсностью. Отходы имеют одинаковую толщину, относительно малую по сравнению с размерами в плане, что позволяет отнести их к листовым.

Листовые материалы, обладающие волокнистой структурой, рекомендуется измельчать на машинах резательного типа – ножевых или фрезерных дробилках.

Для изучения влияния числа измельчений на гранулометрический состав продукта использовали фрезерную дробилку ATLANT168/2 (БЗС0215). Исследование фракционного состава материалов проводили на ситовом анализаторе с набором сит от 0,063 до 5 мм.

С увеличением числа дроблений средний размер частиц уменьшался с 5–8 мм при однократном измельчении до 2–4 мм при трехкратном. При этом содержание мелкой фракции (<2 мм), по отношению к общей массе продукта увеличивалось от 1% при однократном измельчении до 10% при трехкратном. График массового распределения фракций от размера частиц становится более «узким» и приближается к нормальному закону распределения, что позволяет говорить о более однородном получаемом продукте. Дальнейшее увеличение числа измельчений не приводит к заметному изменению фракционного состава.

Таким образом, изменяя число измельчений исходного материала, можно получить более однородный продукт с преимущественным содержанием мелкой фракции. Для повышения эффективности процесса и снижения энергозатрат рекомендуется извлекать «полезную» фракцию из объема измельчаемого материала, а оставшуюся массу повторно измельчать, добавляя в исходный недробленый материал.

СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА И ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОТХОДОВ КОЖИ

Известно, что введение более твердого и жесткого наполнителя в полимерные термопластичные материалы повышают его прочностные показатели. При использовании мелкодисперсных материалов в качестве наполнителей увеличение их содержания в композиции может привести к обратному эффекту за счет неполного смачивания отдельных частиц, а также к увеличению вязкости композиции, что затрудняет получение качественных беспористых изделий.

Влияние размера частиц наполнителя и его фракционного состава исследовали в композициях со вторичным полипропиленом – измельченных отходов корпусов аккумуляторных батарей, образующихся на предприятии ОАО «Белцветмет». В качестве наполнителя рассматривали измельченные отходы wet-blue (WB) и цветной кожи (ЦК), образующиеся на предприятии ОАО «МПКО». Средний размер частиц наполнителя: WB – 5–8 мм, 4–6 мм, 2–4 мм, ЦК – 2–4 мм. Степень наполнения во всех случаях принимали одинаковую – 30 масс. %.

Образцы для исследований получали механической вырезкой из плит, отформованных методом прессования предварительно пластицированной заготовки (пласт-формования). Температурные режимы по зонам экструдера 170°C, 190°C, 200°C.

С уменьшением среднего размера частиц наполнителя и увеличением процентного содержания мелкой фракции в продукте наблюдается незначительное увеличение показателей прочности, причем при изгибе этот показатель выше. Прочность при растяжении увеличилась на 13,5% при уменьшении среднего размера частиц в два раза (с 5–8 мм до 2–4 мм), а при изгибе – на 23%. При этом коэффициент вариации внутри эксперимента снизился в 10 раз, что говорит о повышении однородности материала и равномерном распределении частиц в объеме. Это подтверждается изучением структуры материала в месте разрушения, в образцах с более крупным размером частиц наполнителя имеются раковины и трещины.

Полученные результаты исследований позволяют говорить о том, что измельченные отходы кож можно использовать в качестве наполнителей для полимерных термопластичных материалов, при этом эффективность их использования повышается с применением более мелких частиц.

УДК678.073/.074 (047.31)

Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук;
О. М. Касперович, доц., канд. техн. наук;
Л. А. Ленартович, ассист., канд. техн. наук; Е. М. Федарович, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА

В Республике Беларусь широко перерабатывают полиэтилен и полипропилен для производства широкой номенклатуры изделий. Для производства изделий технического назначения в большей степени применяется полипропилен, что обусловлено его физико-механическими характеристиками. Однако данный полимер имеет ряд недостатков, которые ограничивают его применение: это низкая стойкость к термоокислительной деструкции, и как результат, снижение прочности и невозможность применения вторично переработанного полипропилена в производстве изделий технического назначения, низкая ударная вязкость при пониженных температурах, что ограничивает применение в изделиях, испытывающих ударные нагрузки.

Термоэластопласты (ТЭП) в последнее время привлекают большее внимание, так как они являются самой быстроразвивающейся областью полимерной промышленности. ТЭП – это полимеры с механическими свойствами эластомеров, однако по способу переработки они являются термопластами.

Введение ТЭП в полимерную матрицу приводит к образованию гетерофазной системы, в которой дисперсная фаза (ТЭП) распределена в дисперсионной среде (полимер).

Установлено, что использование некоторых видов ТЭП, оказывает стабилизирующее действие. ТЭП марки ТРЕsom (черный) позволяет добиться максимального эффекта стабилизации. При введении его уже в количестве 5 мас.% достигается снижение показателя относительного удлинения всего на 43%. Причем после 96 часов старения относительное удлинение уменьшается всего на 0,5% от указанного значения. Для чистого ПП потеря свойств составляет 95,5%.

При введении ТРЕsom (черный) в количестве 10 мас.% общее снижение исследуемого показателя составило 54% после 144 ч старения.

УДК 678.7-036

Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук;
Л. А. Ленартович, ассист., канд. техн. наук;
О. М. Касперович, доц., канд. техн. наук; О. А. Пех, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕПЛОВОМУ СТАРЕНИЮ ТАЛЬКОНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Целью данной работы было изучение влияния термоэластопластов различной химической природы на устойчивость к тепловому старению композиций ПП марки 01030-Т40М. В работе были использованы следующие термоэластопласты: ТРЕСОМ 711.001.А65, ДСТ-30, Ensoft SD 16155А900Т2, SX 400, а также вторичный полиуретан. Содержание ТЭП в композициях составляло 5, 7 и 10% масс.

Образцы для испытаний получали методом литья под давлением на термопласт автомате ВΟΥ 22А (Dr. Voу, Германия). Испытания образцов типа 2 (лопатка, ГОСТ 11262-80) проводили согласно ГОСТ11262-80 на Тензомере Т2020 DC10 SH (Alpha Technologies UK, США). Количество образцов в каждом испытании 5 шт. Ускоренное термоокислительное старение образцов проводили в термошкафу в воздушной среде при температуре 150°С [2].

Устойчивость к воздействию повышенной температуры оценивали за счет изменения значений относительного удлинения при разрыве в результате теплового старения. Время экспозиции образцов в термошкафу составляло 48, 96 и 144 ч. Перед определением деформационно-прочностных характеристик проводили кондиционирование образцов по ГОСТ 12423-66 в течение 6 ч при температуре 23±1°С. Также определяли твердость по Шору D по ГОСТ 24621-91.

Наилучшее сохранение свойств после 144 часов старения наблюдается для композиций, содержащих термоэластопласт ТРЕСОМ 711.001.А65 в количестве 7% масс. Значения относительного удлинения при разрыве составляют 20,4%, в то время как для чистого ПП – 5,3%, таким образом наблюдается выраженный стабилизирующий эффект. Возможно это связано с тем, что ТРЕСОМ 711.001.А65 относится к термоэластопластам типа С-ЭБ-С, которые характеризуются повышенной устойчивостью к деструкции и также могут оказывать стабилизирующее действие на полипропилен.

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ХИМСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Обоснован выбор компонентов и разработаны составы лакокрасочных композиций для химстойких покрытий. В качестве олигомерной агрессивостойкой матрицы использовали эпоксиноволаквинилэфирную смолу производства компании «ASHWAND», получаемую взаимодействием Бисфенола А и метакриловой кислоты. Отверждение композиций осуществляли продуктом компании «AkzoNobel»–90%-ным раствором в ароматическом растворителе гидропероксида кумола. Ускорителями отверждения являлись: сиккатив (октоат кобальта) и инициатор (N,N–диметиланилин). Антикоррозионными наполнителями и пигментами служили: стеклянные чешуйки «Glassflake» толщиной от 80 нм до 9,0 мкм.; алюмосиликатная слюда «МИСА» со средней длиной частиц 47 мкм.; чешуйчатый кристаллический графит GS–4 со средней толщиной частиц 5,4 мкм.; диоксид титана рутильной формы; технический углерод производства компании «Evanik». Реологической добавкой служил микронизированный пирогенный диоксид кремния–агрессивостойкий продукт компании «CabotCorporation». Пеногашение и деаэрация достигались с помощью продукта компании «ВУК»– раствора полимеров, не содержащих силикона. Активным разбавителем служил стирол. Смешивание, диспергирование и гомогенизация компонентов проводили на лабораторном диссоolverе WD–200S. Установлено, что из всех чешуйчатых наполнителей наименьшую проницаемость композитных пленок обеспечивают стеклянные чешуйки толщиной 750 нм – 3,5 мкм., содержащиеся в количестве 15 % мас. Выявлено, что максимальные защитные свойства покрытий по стали достигаются при трехслойном перекрытии поверхности с толщиной каждого слоя 500 мкм.

Доказана возможность эффективной защиты от коррозии стальных поверхностей в средах кислот, растворов солей, нефтепродуктов.

Разработанные покрытия перспективны на нефтехимических предприятиях для защиты емкостей, трубопроводов, металлических конструкций.

Л. В. Левиев, асп.;
Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук;
(БГТУ, г. Минск)

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИНОВОЛАКВИНИЛЭФИРНОГО ПЛЕНКООБРАЗОВАТЕЛЯ

Долговечность антикоррозионных покрытий зависит от многих факторов: агрессивности пленкообразователя, наполнителей, пигментов и прочих компонентов, входящих в состав лакокрасочных материалов; уровня адгезионного взаимодействия покрытия с металлом; проницаемости покрытий к агрессивным средам и др.

Ранее нами аргументирован выбор эпоксиноволаквинилэфирной смолы для получения химстойких покрытий. Цель настоящей работы экспериментально обосновать выбор антикоррозионных агрессивных наполнителей, обеспечивающих получение покрытий повышенной химстойкости. Для повышения защитных барьерных свойств покрытий в лакокрасочные композиции вводились: стеклянные чешуйки «Glassflake» широкого диапазона толщины от 80–120 нм до 5,5–9,0 мкм.; алюмосиликатная слюда «МИСА» со средней длиной частиц 47 мкм.; природный чешуйчатый кристаллический графит GS-4 со средней толщиной частиц 5,4 мкм.

Показано, что наилучшие защитные характеристики имеют покрытия, полученные при использовании чешуек с размером 750 нм – 3,5 мкм.

Установлено, что максимум значений гель-фракции, коэффициента сшивания олигомерных молекул пленкообразователя, прочности покрытий на сжатие, стойкости в агрессивных средах приходится на содержание стеклянных чешуек 15 % мас.

Изучены защитные свойства разработанных покрытий в агрессивных средах разной химической природы в диапазоне температур от 10°C до 90°C. Установлена высокая стойкость покрытий в минеральных и органических кислотах от малых до высоких концентраций до 60°C, очень хорошая стойкость к большинству растворов солей в изученном температурном интервале, исключительная стойкость к действию нефти, достаточная стойкости к топливам, маслам и растворителям.

Таким образом, разработанные покрытия перспективны для защиты внутренних и внешних поверхностей емкостей хранения агрессивных сред и трубопроводов.

Л. В. Левиев, асп.;
Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук;
(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ЧЕШУЕК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИНОВОЛАКЭФИРНОЙ СМОЛЫ

Поскольку антикоррозионные защитные свойства покрытий по металлу определяются не только агрессивостойкостью пленкообразователя, но и химстойкостью и механическими свойствами наполнителя, создающего барьер для проницаемости агрессивной среды к защищаемой поверхности, нами изучено влияние содержания и размеров стеклянных чешуек на прочность при сжатии, твердость и эластичность композитных пленок.

Для получения защитных покрытий использовалась двухупаковочная система: эпоксиноволакэфирная смола производства компании «ASHWAND»; отвердитель компании «AkzoNobel» –90%-ный раствор гидропероксида кумола в ароматическом растворителе; стеклянные чешуйки толщиной от 80 нм до 9,0 мкм. вводились в композиции в количествах 5–30 % мас. Пленкообразователь и отвердитель смешивались в соотношении 98:2 мас. частей на лабораторном диссольтвере WD–200S. Твердость покрытий оценивалась с помощью твердомера Баркола по BS 2782 часть 10: метод 1001. Эластичность композитных пленок определялось трехточечным методом по BS 2782 часть 10: метод 1005. Шероховатость поверхности образцов измерялась на сканирующем зондовом микроскопе SPMSUWVERP 47.

Установлено, что независимо от толщины чешуек, на зависимости прочности при сжатии от их содержания наблюдается максимум в области 10–20 мас. %. Снижение прочности композиций при превышении чешуек свыше 20 мас. % обусловлена нарушением сплошности матрицы из-за недостатка связующего. Выявлено, что при одном и том же содержании наполнителя 15 мас. % в композитах, наибольшая их прочность достигается в случае наполнения чешуйками с их толщиной в диапазоне 750 нм–3,5 мкм. Твердость покрытий по Барколу с наполнением в начале возрастает от 43 усл. ед. до 60 усл. ед., однако при превышении этого содержания она снижается до 50–53 усл. ед. из-за разрыхления матрицы. С ростом толщины чешуек твердость незначительно возрастает, что можно объяснить уменьшением глубины проникновения индентора вследствие слоистого их расположения.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГО-РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХ
МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ЭЛАСТИЧНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ**

Применение измельченных вулканизатов в составе новых полимерных композиций является одним из перспективных направлений переработки резиновых отходов. Измельченные вулканизаты содержат каучуки, наполнители и другие ценные химические компоненты, которые могут быть использованы в новых материалах. Тем не менее, важной проблемой является обеспечение совместимости измельченного вулканизата с полимерной матрицей. Смеси, содержащие ИВ, обычно имеют более низкие механические свойства из-за недостаточно прочной связи между ИВ и полимерной матрицей. Для улучшения взаимосвязи и обеспечения плавной передачи напряжений между поверхностью ИВ и эластомерной матрицей можно проводить модификацию ИВ различными способами.

Цель работы – исследовать упруго-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 работе проведены исследования процесса релаксации напряжений экспериментальных композиций. Установлено, что коэффициенты, характеризующие вклад быстрой и медленной стадии релаксации напряжений при деформации сжатия в суммарный процесс физической релаксации, имеют высокую степень корреляции с условно-равновесным модулем резин. При этом степень корреляции между параметрами процесса релаксации напряжений и плотностью поперечного сшивания в случае резин с НИВ высокая, а для композиций, наполненных МИВ, коэффициенты корреляции имеют более низкие значения.

Возможно, это связано с образованием переходного слоя между частицами ИВ и эластомерной матрицей, который в литературе называют слоем сегментальной растворимости. Проведены исследования границы раздела между частицей МИВ и эластомерной матрицей при помощи ИК микроскопа с НПВО, которые показали проникновение модификатора с поверхности МИВ внутрь эластомерной матрицы.

УДК 678.074

Э.Т. Крутько, проф., д-р техн. наук;
Т.А. Жарская, доц., канд. техн. наук (БГТУ, Минск)

ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ИМИДСОДЕРЖАЩИМ ОЛИГОМЕРОМ

Материалы на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ), содержащие углеродный наполнитель и сухую смазку широко используются в современной технике для получения термостойких триботехнических покрытий. В качестве углеродного наполнителя используют дисперсные частицы кокса, углеродного волокна (УВ), технического углерода (сажи), фуллерены, углеродные нанотрубки, которые вводят в количестве от 0,1 до 20 мас.%. В качестве сухой смазки используют графит, дисульфид молибдена (MoS_2), соли жирных кислот, слоистые силикаты – слюды, глины. Известно, что с увеличением содержания углеродных наполнителей и сухих смазок более 2-3 мас.% существенно снижаются параметры деформационно-прочностных характеристик, прежде всего, ударной вязкости.

Задача настоящего исследования состояла в разработке композиционного триботехнического материала на основе политетрафторэтилена с повышенными параметрами деформационно-прочностных и триботехнических характеристик, обладающего простой технологией получения и переработки за счет использования в качестве модифицирующей добавки олигомалеимидамино-фенилена (ОМИФ). В структуре макромолекул ОМИФ присутствуют различные функциональные группы ($-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$), которые обладают повышенной активностью в процессах адсорбционного взаимодействия с различными компонентами с образованием физических и химических связей. Эти группы способны и к взаимодействию с группой $-\text{CF}_2-$, составляющей макромолекулу политетрафторэтилена, с образованием связей адсорбционного и хемосорбционного типа. Поэтому введение в состав композиционного триботехнического материала на основе политетрафторэтилена дисперсных частиц олигоимида позволило сформировать структуру с повышенной прочностью.

УДК 676.22

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

КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНАЯ СМОЛА, ФРАГМЕНТИРОВАННАЯ БИС-АМИДОКИСЛОЙ

Карбамидоформальдегидные смолы нашли широко распространение в различных сферах производства и строительства. В деревообрабатывающей промышленности огромная доля производимой продукции сосредоточена на выпуске древесно-плитных материалов. В настоящее время значительное внимание уделяется не только к качеству производимых древесностружечных плит и фанеры, но и их экологической безопасности. В качестве связующих для чаще всего используют карбамидоформальдегидные смолы (КФС), поскольку они на порядок дешевле альтернативных смол, а также обеспечивают приемлемые показатели прочности. Однако главным недостатком таких смол является высокая эмиссия свободного формальдегида с поверхности плит. Поэтому разработка и внедрение малотоксичных смол, позволяющих получать экологически безопасные древесные плиты с высокими эксплуатационными характеристиками, является актуальной задачей. Известна модифицирующая добавка меламин, вводимая в КФС на стадии синтеза смолы. Такие композиты имеют более низкую эмиссию свободного формальдегида по сравнению с немодифицированными образцами.

В данной работе в качестве модификатора КФС использовалась бис-амидокислота ароматической структуры, что позволило получить КФС с пониженным содержанием свободного формальдегида в древесно-стружечных плитах на их основе.

С использованием разработанных составов олигомерных композитов получены образцы древесно-плитных материалов с повышенной термической стойкостью и механической прочностью по сравнению с немодифицированными образцами карбамидоформальдегидной смолы.

Однако окончательно решить проблему устранения токсичности за счет снижения содержания формальдегида путем введения в систему олигомера бис-амидокислотного соединения решить не удалось.

УДК 678.048

А. В. Касперович, доц., канд. техн. наук;
Э. Т. Крутько, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск)
А. А. Волчков, инж. (ОАО «Нафтан», завод «Полимир», г. Новополоцк)

ЭЛАСТОМЕРНЫЕ ИМИДОСОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИЦИИ

Для стабилизации эластомерных композитов в промышленном производстве широко используются соединения аминного типа, в том числе различные производные пара-фенилендиамина, а в последние годы активно проводятся исследования по изучению возможности стабилизации их полимерными и олигомерными реагентами, обладающими существенными преимуществами по сравнению с низкомолекулярными стабилизаторами. Особый интерес в качестве таких веществ представляют полифункциональные реакционно-способные имидосодержащие соединения.

В данной работе для проведения исследований использовали промышленные эластомерные композиции и промышленные смеси, предназначенные для обрезаживания текстильного корда, на основе синтетического каучука с различным содержанием имидосодержащего модификатора. Приготовление смесей осуществляли на лабораторных вальцах по ГОСТ 14925-79.

Для вулканизации неопредельного каучука применяли серу в количестве до 2,0 мас.ч. Определение вязкости и релаксационных характеристик образцов проводили на вискозиметре Муни. Определение кинетики вулканизации резиновых смесей проводили на реометре. Из полученных реограмм определяли реологические и вулканизационные характеристики смесей. Оценка упруго-прочностных свойств вулканизатов до и после теплового старения проводилась по показателям условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве (Тензомер Т 220 DC фирмы AlphaTechnologies (ГОСТ 270-75)). Проведенные исследования показали, что имидосодержащий модификатор по своей эффективности превосходит промышленный термостабилизатор. Кроме того, установлено, что новый модификатор способствует повышению прочности связи резин с текстильным кордом.

Е. Н. Сабадаха, доц., канд. техн. наук;
Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р хим. наук;
А. Л. Егорова, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРИБОСТОЙКОСТИ И ФУНГИТОКСИЧНОСТИ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННОЙ КОМПОЗИЦИИ

Проблема плесневого поражения помещений в последние годы приобретает все большие масштабы. Рост плесневых грибов в поражённых помещениях помимо материального ущерба отрицательно влияет на здоровье людей.

Защита лакокрасочных покрытий от воздействия плесневых грибов обычно осуществляется введением биоцидных препаратов в состав композиции. В последнее время наблюдается тенденция ужесточения экологических и медицинских требований к лакокрасочной промышленности и индустрии биоцидов, которая привела к тому, что использование многих высоко-эффективных препаратов в составе лакокрасочных материалов ограничено или запрещено. В этой связи одним из перспективных путей защиты от биоповреждений является создание биозащитных лакокрасочных материалов с минимальным содержанием биоцида. При разработке рецептур биозащитных лакокрасочных материалов, как правило, не учитывается фунгитоксичность самого материала. Многие компоненты лакокрасочной композиции могут ингибировать или стимулировать микробиологическую активность плесневых грибов. Приведенные данные определяют актуальность исследований, направленных на создание лакокрасочных материалов, биозащитные свойства которых будут увеличены за счет фунгитоксичности и грибостойкости входящих в них компонентов. Это позволит снизить количество биоцидных добавок в составе композиции либо вовсе их исключить.

Целью работы являлось установление влияния основных компонентов водно-дисперсионной лакокрасочной композиции пленкообразующих, пигментов, наполнителей на грибостойкость и фунгитоксичность покрытия. Фунгитоксичные свойства и грибостойкость оценивали с использованием экспресс-метода «агаровая сетка» [1].

Изучены процессы, происходящие в акриловой, стирол-акриловой и винил-ацетат-этиленовой пленке при воздействии метаболитов плесневых грибов. Показано, что в фазе активного роста и развития плесневых грибов, которая характеризуется максимальным

выделением органических кислот и ферментов, в исследуемых пленкообразователях происходили процессы структурирования. При дальнейшем воздействии микроорганизмов физико-механические характеристики пленок постепенно ухудшались. Лучшей грибостойкостью обладала пленка на основе акрилового сополимера.

При исследовании ингибирующей способности пигментов и наполнителей в составе лакокрасочной композиции на основе разных дисперсий диоксид титана показал себя инертным по отношению к плесневым грибам – значительно не влиял на способность покрытий ингибировать рост плесневых грибов. В цинксодержащих лакокрасочных композициях лишь оксид цинка увеличивал фунгитоксичные свойства покрытий, что связано с большей концентрацией ионов цинка в лакокрасочном материале. Установлено, что при малых концентрациях ионов металлов, тормозящих развитие микроорганизмов, может наблюдаться такой же нежелательный эффект стимуляции развития плесневых грибов как и на минимально ингибирующих концентрациях биоцидов.

Сравнительные испытания по определению грибостойкости модельных лакокрасочных композиций на основе одного типа сополимера, в форме водной дисперсии и органоразбавляемой полуфабрикатной смолы, показали, что способность пигментов ингибировать рост и развитие плесневых грибов в составе лакокрасочной композиции определяется не только их химической природой и количеством, но, в значительной мере, химическим строением пленкообразователя, который может вступать во взаимодействие по своим функциональным группам с ионами металлов, токсичных по отношению к плесневым грибам.

Таким образом, полученные данные будут использованы для разработки рецептур биозащитных лакокрасочных материалов для окрашивания различных поверхностей с пониженным содержанием биоцида или полным его исключением с целью повышения их долговечности и экологичности, снижению себестоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончарова, И.А. Экспресс-оценка эффективности защиты материалов от плесневых грибов / И.А. Гончарова, А.Г. Мицкевич, Н.М. Ровбель // Успехи медицинской микологии : материалы III Всероссийского конгресса по медицинской микологии, Москва, 24–25 марта, 2005 г. – М.: Национальная академия микологии. – 2005. – Т. 5. – С. 61–63.

А.И. Глоба, ст. преп., канд. хим. наук;
Э.Т. Крутько, проф., д-р техн. наук;
Н.Р. Прокопчук, проф. д-р хим. наук, чл.-корр. НАН Беларуси
(БГТУ, г. Минск)

ПОЛИПИРОМЕЛЛИТИМИД, ФРАГМЕНТИРОВАННЫЙ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМ ОЛИГОМЕРОМ

Направленное регулирование свойств ПИ, в том числе и придание им растворимости, возможно осуществлением синтеза полимеров на основе смеси нескольких диаминов или диангидридов и, особенно, синтезом блок-сополимеров. Одним из методов получения блок-сополимеров является использованием заранее синтезированных олигомеров определенной молекулярной массы с различными функциональными группами.

Цель данной работы – получение растворимых пленкообразующих ПИ путем синтеза блоксополиамидокислот (БСПАК) на основе промышленно производимой полиамидокислоты (ПАК) и олигоамидокислоты (ОАК) на основе 4,4'-диаминодифенилоксида (ДАДФО) и диангидрида 4,8-дифенил-1,5-диазабицикло-/3,3,0/-октан-2,3,6,7-тетракарбоновой кислоты (ДАФАЦО) с последующей их химической имидизацией.

Синтез БСПАК осуществляли введением ОАК в виде сухого вещества в количестве 3–25 мас. % в 13 %-ный раствор ароматической ПАК в ДМФА. Синтезированная ОАК хорошо совмещается с раствором ароматической ПАК и может быть введена в количестве до 20 мас. % от содержания ароматической ПАК с образованием однородного прозрачного раствора в ДМФА. При этом наблюдается существенное увеличение вязкости композиции, свидетельствующее об увеличении молекулярной массы полимера и, следовательно, об образовании фрагментированного полимера. Однако пленкообразующую способность такие композиции сохраняют только, если содержание ОАК в ПАК не превышает 9 мас. %. Нижняя граница содержания ОАК, обеспечивающая растворимость композиции, имидизированной химическим способом, составляет 4 мас. %.

Превращение синтезированного блок-сополимера в блоксополиимиды (БСПИ) осуществляли двумя способами – химическим и термическим. Изучение кинетических параметров процесса превращения макромолекул БСПАК в БСПИ проводили методом ИК спектроскопии. Константы скорости начальной стадии химической имидизации БСПАК, измеренные при температурах 22, 35 и 45 °С, примерно

в два раза выше, чем константы скорости этой стадии термической имидизации, измеренные при 170, 185 и 205 °С. При этом энергия активации процесса химической имидизации равна 72 ± 10 кДж/моль, а процесса термической имидизации 87 ± 10 кДж/моль. Такие особенности данного процесса обусловлены тем, что при химической имидизации подвижность о-карбоксамидных звеньев в жидкой фазе существенно выше, чем в конденсированной фазе при твердофазной термической имидизации. Расчет степени имидизации по полосе с максимумом при 1380 см^{-1} (валентные колебания связи С–N в имидном цикле) показал, что ее предельное значение составляет 92–93 % и достигается за 60 мин при 20 °С. Аналогичным методом установлено, что максимальная степень имидизации БСПИ, полученного термической имидизацией составляет 86 – 87 %.

Следует подчеркнуть, что синтезированный БСПИ, имидизированный химическим способом, в отличие от аналогичного полимера, полученного термической имидизацией, сохраняет свою растворимость в полярных апротонных растворителях. Это связано, по-видимому, с тем, что в мягких условиях химической имидизации, протекающей в растворе под воздействием водоотнимающей смеси реагентов, в полимере затруднены межмолекулярные взаимодействия, приводящие к потере полимером растворимости. Затруднение для межмолекулярных взаимодействий создают и фрагменты ОАК, содержащие объемные дифенилдиазбициклооктановые звенья.

Для выяснения причин приобретения БСПИ растворимости был проведен анализ структурных и конформационных характеристик полученного полимера. Определение геометрических параметров фрагментов ПИ макромолекул проводили полуэмпирическими квантово-химическими расчетами с использованием модельного гамильтониана RM6 [20] с помощью программного пакета MORAC 2009. Установлено, что конформационный параметр минимален для элементарных звеньев ПАК на основе пиромеллитового диангидрида (ПМДА) и ДАДФО, так как изгиб полимерной цепи происходит только в «шарнирном» атоме кислорода диаминофрагмента повторяющегося звена макромолекулы. Элементарное звено ОАК имеет гораздо более высокое значение конформационного параметра $K_{\text{П}}$, что обусловлено большой свернутостью фрагмента цепи, поскольку изгиб макромолекулы происходит не только в «шарнирном» кислороде, но и в диазобициклооктановых фрагментах ДАФАЦО. В элементарном звене сополиимида, имеющем фрагменты ПАК и ОАК, за счет сочетания жесткого фрагмента ПИ и сильно изогнутого фрагмента ОИ конформационный параметр приобретает промежуточное значение, которое,

однако, в 3,5 раза превышает значение K_{II} для ароматического фрагмента (ПИ). Высокие значения конформационного параметра свидетельствуют о низком уровне межмолекулярных взаимодействий, способствующем созданию более «рыхлой» структуры СПИ и проникновению молекул растворителя между полимерными цепями, их сольватации, набуханию и растворению.

Экспериментально измеренные значения диэлектрической проницаемости и тангенс угла диэлектрических потерь синтезированных БСПИ, которые составляют соответственно $\epsilon = 3,8$ и $\operatorname{tg}\delta = 3,65 \cdot 10^{-3}$, свидетельствуют о том, что полученные фрагментированные диазабициклооктансодержащие БСПИ имеют диэлектрические свойства, близкие к свойствам ПИ на основе ПМДА и ДАДФО, что обеспечивает возможность их использования в качестве диэлектрических слоев в арсенид-галлиевой технологии изготовления микроэлектронных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stewart, J.J.P. Optimization of parameters for semiempirical methods V. Modification of MDDO approximations and application to 70 elements / J.J.P. Stewart // J. Mol. Model. – 2007. – Vol. 13, № 12. – P. 1173–1213.

УДК 678.744.32

Р. М. Долинская, доц., канд. хим. наук; Я. Д. Голяк, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СТАРЕНИЯ

Анализ литературы показал, что для производства уплотнительных резинотехнических изделий, которые могут длительно эксплуатироваться в жестких условиях, актуальным является разработка эластомерных композиционных материалов на основе этиленпропиленовых каучуков с добавкой третьего мономера (ЭПДК). Выбор типа третьего мономера зависит от его влияния на скорость вулканизации и комплекс физико-механических свойств. В связи с этим исследования, направленные на подбор марки ЭПДК, тройного сополимера для разработки эластомерной композиции, для изготовления на их основе уплотнительных РТИ с улучшенным комплексом технологических и эксплуатационных свойств является важной актуальной задачей.

В качестве объектов исследования выбрана эластомерная композиция на основе ЭПД каучука, предназначенная для изготовления

детали «кольцо уплотнительное».

Этиленпропиленовые каучуки находят широкое применение при изготовлении изделий, эксплуатирующихся в атмосферных условиях, в агрессивных средах, в условиях высоких температур (до 150°C). Их используют в производстве рукавов, теплостойких конвейерных лент, формовых и неформовых деталей машин, изоляции кабелей. Этиленпропиленовые каучуки получают все большее распространение в резиновой промышленности благодаря доступности исходного сырья для синтеза, высокому комплексу технических свойств и сравнительно небольшой стоимости резин на его основе ввиду способности принимать в себя большое количество наполнителей и мягчителей. Причем лучшие перспективы роста сохраняются за более «универсальными» тройными сополимерами. Содержание третьего мономера в полимере составляет от 0,3% до 10% (мол.). С увеличением неопределенности в полимере возрастает скорость вулканизации и прочность вулканизатов. Они на 10-15% дороже «двойных» этиленпропиленовых каучуков, резины на их основе дороже, так как для их вулканизации требуются довольно большие количества дорогостоящих органических пероксидов.

Для оценки работоспособности уплотнительных колец при различных видах старения проводили исследования по оценке старения в агрессивных средах, например, в тормозных жидкостях. Нами были проведены испытания образцов на основе этиленпропиленовых каучуков различных марок в среде «РОСДОТ» и «Нева» при температуре 125°C в течение 24 часов.

Проведенные исследования показали, что прослеживается зависимость между содержанием и типом третьего мономера в каучуке и стойкостью эластомерной композиции к воздействию тормозных жидкостей.

На основании данной зависимости наименьшему изменению объема и массы после воздействия тормозных жидкостей «РОСДОТ» и «Нева» подвержены вулканизаты на основе каучука марки Keltan 6950 и Vistalon 8700, что может быть связано с наибольшей степенью сшивки вулканизатов данных каучуков, так как они имеют наибольшее количество третьего мономера.

Ввиду того, что уплотнительные кольца эксплуатируются при повышенных температурах были проведены испытания образцов на основе исследуемых этиленпропиленовых каучуков различных марок при температуре воздуха 125°C в течение 24 часов

Показатель «относительное удлинение при разрыве» у вулканизатов на основе исследуемых каучуков изменяются по следующему ряду: Vistalon 8700 < Keltan 6950 < Keltan 2750 < Dutral TER4047

<СКЭПТ-50 <Vistalon 2504. Показатель «твердость» изменяется по такому же ряду.

Анализ проведенных исследований показал, что эти показатели зависят от степени сшивания макромолекул вулканизата, а наибольшая степень сшивания установлена для вулканизатов на основе каучуков с высоким содержанием третьего мономера.

УДК 544.25

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

ДИЗАЙН АНИЗОТРОПНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ШИРОКИМ СПЕКТРОМ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Анизотропные соединения и материалы, включая природные биополимеры, находят широкое применение во многих областях науки и промышленного производства. Комплекс свойств, характеризующих эти вещества, даже на современном этапе материаловедения имеет в значительной степени неиспользованный потенциал, который позволяет разрабатывать и создавать материалы на их основе с улучшенными свойствами и более широким спектром практического использования.

С учетом того, что большинство природных соединений, созданных в процессе эволюции и развития Жизни, характеризуются анизотропными свойствами, мы предлагаем при разработке новых материалов учитывать роль (фактор) анизотропии: анизотропную форму молекул, упорядоченность и организацию (анизотропию свойств) реакционных сред, обуславливающих регеоселективность протекания и образования комплементарных структур (супрамолекулярная химия). При этом логичным подходом создания упорядоченных систем является использование градиентных полей, определяющих силы притяжения, отталкивания и организацию ее элементов, а также использование анизотропных материалов, которые обуславливают наведенную анизотропию и организацию систем.

Предлагаемая методология развития нового направления материаловедения базируется на многочисленных данных, полученных в последние десятилетия при изучении жидкокристаллических и анизотропных материалов. Считаем, что данный подход является креативным, имеет целый ряд отличительных достоинств и преимуществ в сравнении с традиционным, и с успехом может быть использован для разработки новых поколений материалов с широким спектром практического использования.

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

ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ АНИЗОТРОПНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. СИНТЕЗ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Разработка принципов создания новых материалов и подходов к формированию композиционных систем на основе оптически активных анизотропных соединений является одной из актуальнейших фундаментальных проблем. Хиральные мезоморфные среды характеризуются большой чувствительностью к внешним воздействиям, перспективны для создания разнообразных устройств отображения, находящихся применение в биомедицине, фотонике и оптоэлектронике.

Проведенные нами исследования показали [1], что ферроэлектрические смеси, полученные на основе оптически активных производных кватерфенила, характеризуются быстротой смены кадров, высоким контрастом и качеством изображения. Оптически активные полифениленовые анизотропные производные природных аминокислот, а именно валина, молочной кислоты, содержат функциональные группы, которые обеспечивают специфическое взаимодействие с наночастицами, высокую чувствительность хиральных структур к внешним воздействиям и к химической природе наночастиц. Эти соединения, несомненно, перспективны для создания наноразмерных композиционных материалов и использования их в биомедицине и фотонике.

Анизотропные свойства и высокая упорядоченность молекул хиральных природных биополимеров, например целлюлозы и хитина, дают возможность получения оригинальных композитов с широким спектром практического применения. Следует добавить, что включение пептидных и сахаридных строительных блоков в структуру сополимеров позволяет не только улучшать мезоморфное поведение и свойства, но и регулировать упорядоченность структуры и их биологическую функциональность.

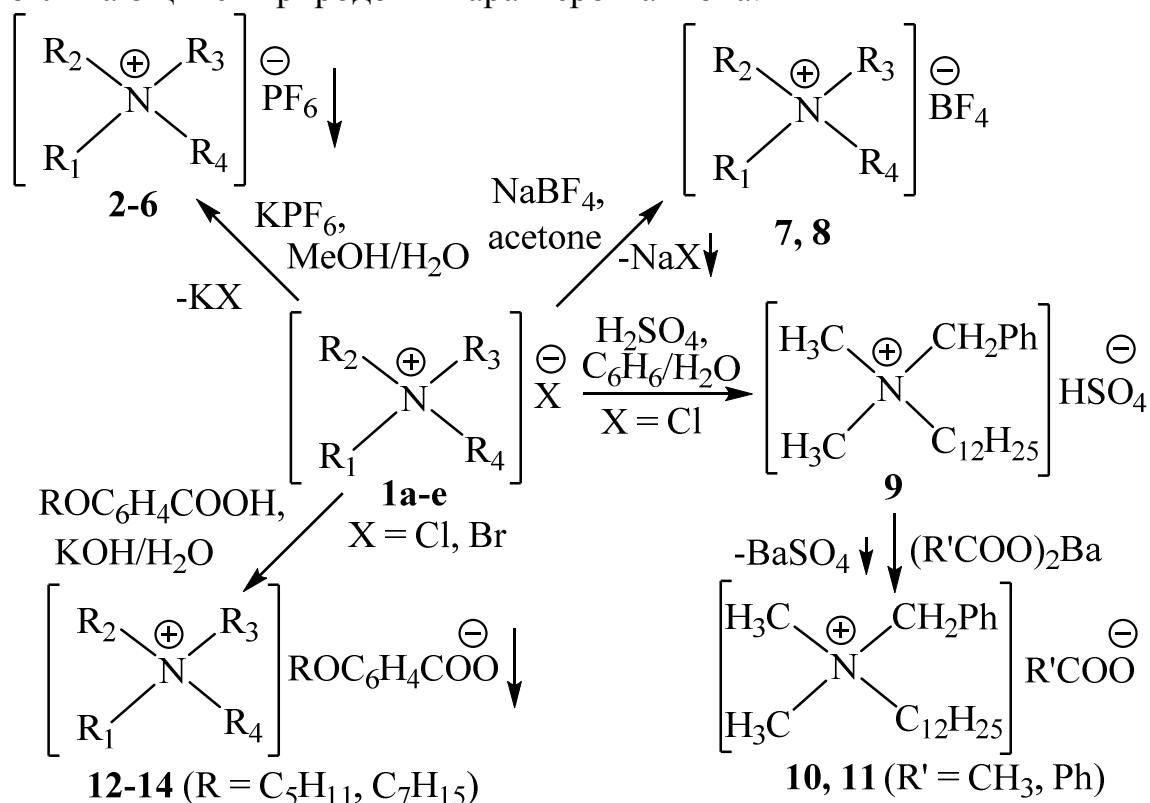
ЛИТЕРАТУРА

1. V. Bezborodov, S. Mikhalyonok, N. Kuz'menok, A. Arol, A. Chernenik, V. Zhylynski, I. Zharski, A. Smirnov, V. Lapanik. Anisotropic-based approach for design of new materials, structured surfaces, sensors, photonic devices and displays. Eurodisplay 2017. Germany. Abstract Book. P. 19.

С. Г. Михалёнок, доц., зав. кафедрой орг. химии, канд. хим. наук;
 Н.М. Кузьменок, доц., канд. хим. наук;
 В.С. Безбородов, проф., д-р хим. наук; А.С. Орёл, асп.;
 (БГТУ, г. Минск)
 В.Я. Зырянов, зав. отделом
 (Институт физики СО РАН, г. Красноярск)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГАЛОГЕНИДОВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ В РЕАКЦИЯХ ИОННОГО ОБМЕНА

В продолжение исследования влияния природы и строения анионной части амфифильных добавок на основе четвертичных аммонийных солей на их способность к формированию упорядоченных слоев на анодной поверхности, в данной работе на основе синтезированных ранее тетраалкиламмоний хлоридов и бромидов **1a-e** апробированы подходы и осуществлен синтез ряда аналогичных солей **2-14**, отличающихся природой и характером аниона.



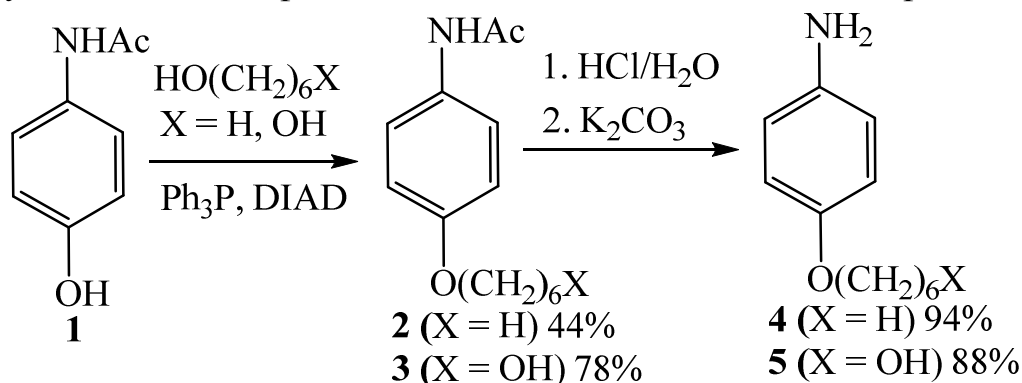
Реакции ионного обмена проводили в водных и органических средах с отделением как выпадающих в осадок аммонийных солей **2-6, 12-14**, так и извлечением из растворов (**7, 8, 9-11**) после отделения неорганических солей и кислот.

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)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАКЦИИ МИЦУНОБУ ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ 4-АМИНОФЕНОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ МНОГОАТОМНЫМИ СПИРТАМИ

Известно, что бис-основания Шиффа, полученные на основе конденсации терефталевого альдегида с 4-замещенными анилинами позволяют получать соединения с формой молекул, которая способствует образованию упорядоченных двухмерных (сметических) анизотропных фаз при нагревании кристаллов. Эти сведения послужили основанием для выбора целевых химических структур, содержащих ароматические ядра, последовательно связанные через азометиновые фрагменты, стратегия и реализация синтеза которых предполагала получение 4-алкоксизамещенных анилинов алкилированием доступного 4-аминофенола с использованием реакции Мицунобу. Однако оказалось, что 4-аминофенол весьма неустойчив к действию трифенилфосфина и диизопропилазодикарбоксилата в апротонном растворителе и в отсутствие инертной атмосферы быстро окисляется и осмоляется.

В связи с этим в качестве исходного нуклеофила в реакции Мицунобу вместо 4-аминофенола был использован 4-ацетиламинофенол **1**.



Показано, что взаимодействие соединения **1** с гексан-1-олом и гексан-1,6-диолам в сухом тетрагидрофуране в присутствии трифенилфосфина и диизопропилазодикарбоксилата (DIAD) позволяет получить 4-алкоксизамещенные ацетанилиды **2**, **3**, которые после снятия ацетильной защиты трансформированы в целевые 4-(6-гидроксигексилокси)- и 4-гексилоксианилины **4**, **5**, строение которых подтверждено спектральными методами.

А.И. Юсевич, доц., канд. хим. наук;
К.И. Трусов, магистрант; Ж.С. Шашок, доц., канд. тех. наук;
Е.П. Усс, ассист., канд. тех. наук (БГТУ, г. Минск);
С.А. Перфильева, нач. исп. центра (ОАО «Белшина», г. Бобруйск)

ПОЛУЧЕНИЕ МЯГЧИТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА ЗАВОДА «ПОЛИМИР» ОАО «НАФТАН»

Мировой спрос на базовые продукты нефтехимии – этилен, пропилен, бензол и параксилон – в ближайшие пять лет будет расти примерно на 3,5% в год [1]. В этой связи ожидается наращивание мощностей по пиролизу углеводородного сырья. Так, программой развития завода «Полимир» ОАО «Нафтан» предусмотрено строительство новой этилен-пропиленовой установки производительностью по целевым продуктам до 300 тыс. т/г взамен морально устаревших и физически изношенных установок ЭП–60–1/2[2]. По этой причине актуальной становится разработка технологий, позволяющих эффективно перерабатывать побочные продукты пиролиза, в том числе тяжелую пиролизную смолу (ТПС), выход которой может достигать 4–25%. ТПС может служить сырьем для получения технического углерода, кокса, нефтеполимерных смол (НПС). Последние находят применение в качестве мягчителей резин, структурирующих добавок в дорожных покрытиях, связующих в защитных составах. Однако проблема использования избыточного количества ТПС до сих пор не решена в полной мере.

В докладе представлены результаты исследований, направленных на разработку технологии получения мягчителя эластомерных композиций для ОАО «Белшина» из ТПС завода «Полимир» ОАО «Нафтан». Изучали влияние условий синтеза и выделения нефтеполимерной смолы на ее выход и основные свойства: температуру размягчения, йодное число, плотность. Исследовали кинетику термической полимеризации ТПС. Образцы НПС, испытанные в качестве мягчителей ненаполненных резиновых смесей, по ряду показателей не уступают промышленному аналогу – стирол-инденево-й смоле.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Андрианов, В. Перспективы нефтехимии. Планы и возможности / В. Андрианов // Нефтегазовая вертикаль. – 2017. – № 12. – С. 28–35.
- 2 Перспективы развития // Официальный сайт завода «Полимир» ОАО «Нафтан» [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.polymir.by/prospect> – Дата доступа: 23.01.2018.

УДК 66.094.3.097:544.1

K. Trusau¹, Master's Degree student; A. Kirillov², Ass. Prof., PhD;
M. Kirillova², researcher, PhD; V. André², researcher, PhD;
A. Usevich¹, Ass. Prof., PhD;

(¹BSTU, Minsk; ²Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Lisbon, Portugal)

HOMOGENEOUS OXIDATION OF CYCLOHEXANE CATALYZED BY COORDINATION COMPOUNDS OF COPPER (II), AMMONIA AND NAPHTHOIC ACIDS

Various copper compounds form a vast variety of catalytic systems which are widely applied in homogeneous and heterogeneous catalysis. Cu-containing catalysts are attractive because of versatile redox properties of this metal, its natural abundance, relatively low cost, low toxicity [1].

Copper salts are capable of catalyzing the oxidation of cyclohexane to give cyclohexanol and cyclohexanone. This reaction is an important step in the production of caprolactam. The industrial process of oxidation of cyclohexane by air in presence of cobalt naphthenate is carried out under sufficiently rigid conditions: at temperature of 120–160°C and pressure of 1–2 MPa. Nevertheless, the conversion of the initial hydrocarbon to the alcohol and ketone does not exceed 5%. At the same time some metal–organic coordination compounds of copper allow cyclohexane oxidation under mild conditions with total product yield of 15% [2].

Two novel coordination copper compounds presented in this paper, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{naphthalene-2-carboxylate})_2]$ (1) and $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{naphthalene-2,6-dicarboxylate})]_n$ (2), were obtained by self-assembly reactions of copper (II) nitrate, ammonia, 2-naphthoic acid or 2,6-naphthalenedicarboxylic acid, correspondingly. Compound 2 is a coordination polymer, which was formed due to bifunctionality of the carboxylic acid. The complexes were isolated as stable, aqua-soluble microcrystalline products and were characterized by IR spectroscopy and single-crystal X-ray diffraction (Figure 1). Compounds 1 and 2 were used as homogeneous catalysts for the mild oxidation of cyclohexane. The reaction was carried at 50°C under atmospheric pressure in aqueous acetonitrile medium using H_2O_2 as an oxidant both in the presence of acid promoter (CF_3COOH) and without it. The kinetics of cyclohexanol and cyclohexanone formation was studied by measuring their concentrations in the reaction mixture with the gas-liquid chromatography method: *Agilent 7820A* with the *FID* detector and capillary column *BP20/SGE* (30 m × 0.22 mm × 0.25 μm), helium as a carrier gas.

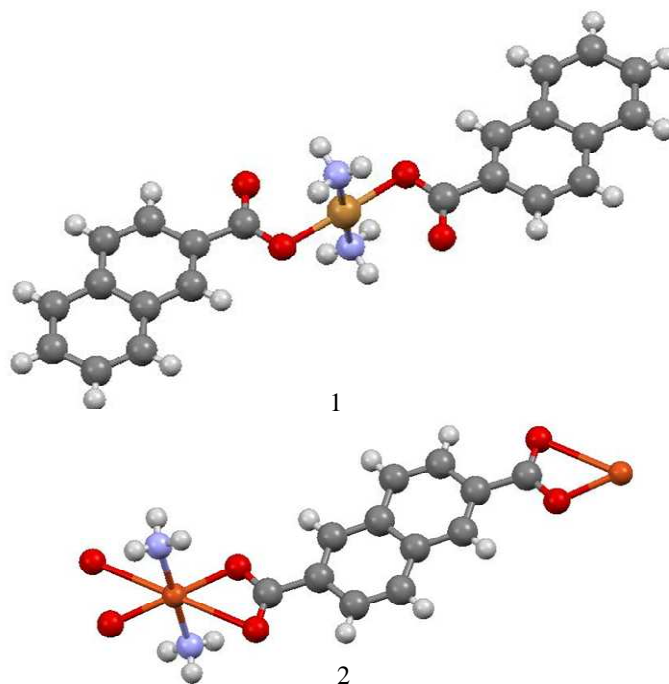


Figure 1 - Structural fragment of complexes 1 and 2

It was found that:

- the reaction does not run without an acid promoter; in the presence of both (1) and (2), the conversion of cyclohexane to the alcohol and ketone does not exceed 1%;

- the maximum conversion of cyclohexane to the alcohol and ketone was 15% and 22% in the presence of trifluoroacetic acid for the reactions catalysed by complexes 1 and 2, correspondingly. The promoter activates the catalysts via partial protonation of ligands, facilitates protons transfer, and enhances the oxidation properties of H_2O_2 ;

- cyclohexanol is predominantly formed in the beginning of the reaction, however, after 2 h the ketone to the alcohol ratio reaches 1:2 in the reaction mixture.

- after 4 h the yield of cyclohexanol decreases slightly. This is probably explained by the drastic oxidation of cyclohexane.

REFERENCES

1. Evano, G., Blanchard, N. Copper-Mediated Cross-Coupling Reactions / G. Evano, N. Blanchard. – New York: Wiley, 2013. – P. 840.

2. Mild homogeneous oxidation and hydrocarboxylation of cycloalkanes catalyzed by novel dicopper(II) aminoalcohol-driven cores / T.A. Fernandes, V. André, A.M. Kirillov, M.V. Kirillova // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. – 2017. – Vol. 426 – P. 357–367.

А. О. Шрубок, ассист., канд. техн. наук;
Е. И. Грушова, проф., д-р техн. наук;
Б. Дж. Хаппи Вако, студ. (БГТУ, г. Минск)

ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

С целью снижения затрат на дорожное строительство, увеличения долговечности дорожных покрытий требования по ассортименту и качеству битумных вяжущих постоянно ужесточаются. На сегодняшний день многие выпускаемые окисленные битумы не соответствуют требованиям современного рынка, а для выпуска товарной продукции требуемого качества необходимо введение новых технологических схем, дополнительных узлов улучшения качественных показателей битума.

Было установлено, что использование кобальтсодержащего отхода как модификатора нефтяного сырья для получения окисленных битумов позволяет улучшить эксплуатационные свойства нефтяных битумов и сократить затраты на их производство [1]. В связи с этим представляло интерес исследовать влияния кобальтсодержащего отхода непосредственно как компонента битумного вяжущего на физико-химические и эксплуатационные свойства получаемых вяжущих материалов. Объектами исследования являлись смеси дорожного битума с кобальтсодержащим шламом в количестве 0,5-2,0 % мас. Для полученных образцов битумных вяжущих определили следующие показатели: температура размягчения, пенетрация, стойкость к термоокислительному старению, структурный и групповой состав с помощью ИК-спектроскопии и другие.

Согласно полученным экспериментальным данным, использование в качестве модификатора кобальтсодержащего шлама приводит к возрастанию температуры размягчения, индекса пенетрации, вязкости, снижению пенетрации и термоокислительной стабильности получаемых битумных вяжущих. Полученные результаты свидетельствуют о том, что оптимально использовать кобальтсодержащий шлам на стадии получения нефтяного битума, а не в качестве компонента готового вяжущего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование отходов производства циклогексанона при получении окисленных битумов / А. И. Юсевич [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2012. – № 2. – С. 25–29.

Е.И. Грушова, проф., д-р техн. наук;
А.Р. Алрашеди, асп.; О.А. Ушева, студ.
(БГТУ, г. Минск)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ОЧИСТКИ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ ОТ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

В настоящее время для селективной очистки масел методом жидкостной экстракции от нежелательных компонентов (полициклических ароматических углеводородов с короткими боковыми цепями, серо-, азот- и кислород содержащих соединений, смолисто-асфальтеновых веществ) предпочитают использовать в качестве экстрагента N-метилпирролидон, который обеспечивает по сравнению с фенолом больший отбор рафинатов при одновременном снижении кратности разбавления в среднем на 15 мас.%. Однако показатели очистки данным растворителем с увеличением вязкости масляных фракций нефти несколько ухудшаются. Поэтому цель данной работы состояла в разработке технологических приёмов, позволяющих устранить данный недостаток.

К числу наиболее эффективных способов интенсификации селективной очистки масляных фракций нефти относят применение соэкстрагента[1,2]. В данной работе в качестве последнего использовали циклогексанол. Установлено, что при очистке высоковязкого масляного дистиллята ВД-4, получаемого при вакуумной перегонке мазута в ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк), N-метилпирролидоном, содержащим циклогексанол, выход рафината возрастает на 15 мас.% по сравнению с очисткой масла N-метилпирролидоном и качество его лучше. Использование для очистки масляной фракции нефти составом N-метилпирролидон + циклогексанол практически не требует изменений в промышленной технологии, а компоненты экстрагента производятся в промышленных масштабах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сочевко, Т.И. Усовершенствование технологических процессов производства нефтяных масел / Т.И. Сочевко, И.Г. Фукс // Труды РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2009 - №1. - С.143-153.

2 Влияние природы сырья на эффективность селективной очистки масляных фракций N-метилпирролидоном, содержащим соэкстрагент / Е.И. Грушова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. IV. Хим. и технол. орган. веществ. – Минск, 2006. – Вып. XIV. – С. 39-41.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ГАЧЕЙ НА ПРОЦЕСС ВЫДЕЛЕНИЯ ПАРАФИНА МЕТОДОМ СТАТИЧЕСКОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Наиболее экологичным и ресурсосберегающим способом выделения парафинов из гачей является методом статической кристаллизации, состоящий из последовательности стадий кристаллизации, потения и полного плавления гача. Однако обезмасливанию таким способом подвергают только маловязкие гачи с содержанием масла до 10 % мас. Поэтому для получения продукта высокого качества и эффективного ведения процесса необходимо установить зависимость между составом исходного сырья и качеством получаемого продукта [1].

С целью установления влияния состава исходного сырья на выход и качество готового продукта на лабораторной установке проведены опыты по обезмасливанию гачей производства ОАО «Нафтан» (РБ), АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» (РФ), ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок» (РФ), ОАО «Ангарская нефтехимическая компания» (РФ), парафина нефтяного спичечного НС производства ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» (РФ), ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок» (РФ). Сырьё для процесса обезмасливания и полученный технический парафин были проанализированы в лаборатории по следующим физико-химическим показателям: температура плавления, вязкость кинематическая при 100°C, содержание масла, углеводородный состав.

Полученные результаты сопоставлены с результатами обезмасливания гачей сольвентным способом. Это позволило определить условия, необходимые для эффективной реализации технологии выделения парафинов из нефтяного сырья методом статической кристаллизации и предложить варианты решений проблем, обусловленных переработкой высоковязких гачей методом статической кристаллизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко, О.В. Интенсификация процесса выделения твердого парафина из нефтяного сырья методом статической кристаллизации / О.В. Карпенко, Е.И. Грушова // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2016. – №4 (186) – С.54-58

УДК 665.6.

А.А. Аль-Разуки, асп.; Е.И. Грушова, проф, д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ И ОБЕЗМАСЛИВАНИЯ ГАЧЕЙ

Процессы депарафинизации рафинатов и обезмасливания гачей относятся к наиболее дорогостоящим в технологии производства минеральных масел. Обусловлено это, в первую очередь, большими энергозатратами на регенерацию растворителя и охлаждением суспензии, состоящей из растворителя и рафината, до низких температур. В связи с этим использование при выделении парафинов новых доступных составов растворителей, обеспечивающих более качественное отделение парафинов от масла, является весьма актуальной задачей.

Ранее [1] было показано, что положительно на процессы депарафинизации рафинатов, полученных в результате селективной очистки масляных фракций нефти от нежелательных компонентов, влияет введение в базовый растворитель низкотемпературной кристаллизации добавки капролактама. На данном этапе работ было исследовано влияние этой же добавки на процесс обезмасливания гачей. Содержание капролактама в растворителе, состоящем из 60% ацетона и 40% толуола, составляло 0;0,5;1 и 1,5 мас.%. Установлено, что введение добавки капролактама обеспечивает повышение селективности процесса обезмасливания, поскольку выход парафина возрастает на 2-3 мас.%, а выделенное масло имеет более высокий показатель преломления n_D^{20} , чем масло, выделенное из гача растворителем, не содержащем добавку капролактама.

Таким образом, результаты данного этапа исследований показали, что введение в базовый растворитель низкотемпературной кристаллизации добавки капролактама позволяет улучшить показатели как процесса депарафинизации рафинатов [1], так и обезмасливания гачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение аддитивов-модификаторов в процессе депарафинизации рафинатов / Е.И. Грушова [и др.] // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология: 2016. - №4(186) - С. 21-24.

К. В. Вишнеvский, доц., канд. техн. наук;
Н. Р. Прокопчук, член.-корр. НАН Беларуси, проф., д-р. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПРОЧНОСТЬ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ РЕЗИНА-КОРД ПРИВВЕДЕНИИ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ КАНИФОЛИ

Основной формой текстильных армирующих материалов, применяемых в шинной промышленности, являются кордные нити, которые изготавливаются прядением. В настоящее время в шинной промышленности наблюдается проблема в недостаточной прочности связи текстильного корда с резиной. Для устранения этой проблемы используют специальные модифицирующие добавки, которые повышают адгезию. Особенно остро этот вопрос стоит при применении высокопрочных полиамидных и полиэфирных кордов.

Задачей настоящего исследования являлось определение возможности применения добавок на основе аддуктов канифоли в качестве полифункциональных технологических добавок, повышающих прочность связи шинных резин с полиэфирным кордом (ПДУ-18П). В качестве эластомерной матрицы была выбрана производственная резиновая смесь на основе натурального каучука, содержащая в качестве наполнителя технический углерод полуактивной марки (N650) и серную вулканизирующую систему. Для модификации были использованы добавки канифольно-цитраконового аддукта (КЦА), N-фенилиimid цитраконопимаровой кислоты, а также продукты взаимодействия аддукта КЦА с октиламином, имидамида канифольно-малеинового аддукта с анилином (АКМА). В качестве образца сравнения использовались смеси, содержащие широко используемую в промышленности стирольно-инденоневая смола. Введение добавок в резиновые смеси осуществлялось на лабораторных вальцах, их дозировка составляла 2,5 масс. ч на 100 масс. ч каучука. Прочность взаимодействия резины с кордом оценивалась по ГОСТ 14863 (Н-метод).

Полученные результаты показали, что при нормальных условиях прочность связи резин, содержащих исследуемые добавки, с кордом находится на уровне образца сравнения. Испытания также проводились при прогреве до 100°C и после старения в паровой, воздушной среде и в 5% растворе NaCl. По результатам испытаний наилучшими прочностными свойствами характеризовались резины с АКМА. В этом случае увеличение прочности связи на 10% наблюдалось при солевом и паровоздушном старении.

К. В. Вишнеvский, доц., канд. техн. наук;
Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
А. Г. Баннов, доц., канд. техн. наук;
И. С. Бердюгина, магистрант (НГТУ, г. Новосибирск, РФ)

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ГРАФИТА

Задачей настоящего исследования являлось определение влияния добавок на основе графита на кинетику вулканизации и параметры пространственной сетки эластомерных композиций на основе каучуков общего назначения. В качестве эластомерной матрицы была выбрана производственная резиновая смесь на основе комбинации каучуков общего назначения (СКИ-3 (цис-1,4-изопреновый и СКД (цис-1,4-дивинил-ловый))), наполненная активной маркой технического углерода (N339). Исследуемые добавки представляли собой производные графита: оксид графита (ОГ), полученный методом Хаммерса; ТРГ1 - терморасширенный графит, полученный из ОГ; ТРГ2 - добавка, полученная из ОГ, полученного по модифицированной методике Хаммерса (с уменьшением количества H_2O_2); ТРГ9 - ТРГ, полученный нагревом промышленного интеркалированного графита; ГНП - графитовые нанопластины, полученные очисткой и фракционированием ТРГ1. Дозировка добавок составляла 0,5 масс. ч на 100 масс. ч каучука, качество образца сравнения использовались смеси, не содержащие исследуемых добавок. Кинетика вулканизации оценивалась по ГОСТ ГОСТ 12535-84, параметры пространственной сетки – методом равновесного набухания.

В результате исследований установлено, что введение всех добавок привело к увеличению 20–30% не только индукционного периода, но и на 35–50% скорости вулканизации резиновых смесей в основном периоде, соответственно на 45–55% увеличилось время достижения оптимума вулканизации. Вероятно, это связано со взаимодействием исследуемых добавок и компонентов вулканизирующей группы, что также подтверждается изменение плотности сшивки полученных вулканизатов. Характер изменения, в данном случае, зависел от структуры вводимых добавок. Так, при введении ОГ и ТРГ1 наблюдалось увеличение плотности сшивки на 13 и 5% соответственно, в остальных же случаях изменение не превышало 3%.

Е. П. Усс, ст. преп., канд. техн. наук;
Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук;
А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ В ОЛИГОМЕРНЫХ СРЕДАХ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИН

Применение олигомерных модификаторов полифункционального действия для эластомерных материалов с целью улучшения их технических свойств является актуальным направлением исследовательских работ. В данной работе исследовалось влияние модифицирования в низкомолекулярных полиэтиленоксидах различной молекулярной массы на деформационно-прочностные свойства эластомерных композиций на основе комбинации синтетических полиизопренового и полибутадиенового каучуков, предназначенных для производства резинотехнических изделий для автотракторной техники. Эластомерные композиции вначале вулканизовали в прессе до достижения заданной степени вулканизации и далее выдерживали в ненапряженном состоянии в среде модификатора при определенных температурно-временных параметрах. В качестве модифицирующей среды использовали комбинацию полиэтиленоксидов с молекулярными массами 400 и 4000. Образцом сравнения являлись немодифицированные образцы композиций, полностью свулканизованные в прессе.

Установлено, что с увеличением времени модифицирования образцов резин на основе неполярных каучуков в комбинированной олигомерной среде деформационно-прочностные показатели образцов изменяются по экстремальной кривой. Наилучшие значения показателей наблюдаются для резин, модифицированных в течение 45 мин. В данном случае для модифицированного образца значение показателя условной прочности при растяжении составляет 13,9 МПа, относительного удлинения при разрыве – 360%. В то же время для немодифицированного значения условной прочности равно 12,6 МПа, относительного удлинения – 310 %. Изменение твердости по Шору А модифицированных резин на основе неполярных каучуков находится в пределах экспериментальной погрешности. Такой характер изменения свойств модифицированных резин может быть обусловлен поверхностно-активными свойствами низкомолекулярных полиэтиленоксидов и непосредственно их влиянием на коллоидно-химические процессы, протекающие в эластомерной матрице при модифицировании.

Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук;
Е. П. Усс, ст. преп., канд. техн. наук;
А.И. Юсевич, зав. кафедрой НГиНХ, канд. хим. наук;
К.И. Трусов, магистрант (БГТУ, г. Минск);
С.А. Перфильева, инженер-технолог (ОАО «Белшина», г. Бобруйск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ НА ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН

Нефтеполимерные смолы широко используются в резиновой промышленности для улучшения обрабатываемости резиновых смесей на оборудовании, обеспечения требуемой конфекционной клейкости резиновых полуфабрикатов при хранении, сборке деталей, повышения каркасности заготовок и т.д.

Целью данной работы являлось исследование влияния нефтеполимерных смол с различными физико-химическими характеристиками на деформационно-прочностные свойства наполненных эластомерных композиций на основе комбинации полиизопренового, полибутадиенового и бутадиен-стирольного каучуков. В исследуемые композиции вводились нефтеполимерные смолы с различными физико-химическими характеристиками в дозировке 3,0 масс. ч. на 100,0 масс. ч. каучука. Исследуемые нефтеполимерные смолы были получены из тяжелых нефтяных фракций методом термической полимеризации и отличались степенью извлечения непрореагировавших углеводородов и жидких полимеров, а также применяемым катализатором. В качестве образца сравнения использовалась эластомерная композиция, содержащая продукт переработки каменного угля – стирол-инденую смолу (СИС) в равноценной с нефтеполимерными смолами дозировке.

Определено, что с увеличением температуры размягчения нефтеполимерных смол от 76,1 до 94,8 °С наблюдается увеличение значений условной прочности при растяжении до 17% по сравнению с образцом, содержащим промышленную смолу СИС. В то же время значения относительного удлинения при разрыве резин с исследуемыми смолами повышаются до 40%. Такой характер изменения деформационно-прочностных характеристик резин с исследуемыми нефтеполимерными смолами может быть связан с термодинамической совместимостью полимерной матрицы с данными смолами, оказывающей влияние на межмолекулярные взаимодействия и ориентационные явления в полимерах при действии растягивающих усилий.

УДК 667.6

А.Л. Егорова, доц., канд. техн. наук; А.Н. Потапчик, магистрант;
Е.Н. Сабадаха, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ТИПА И КОЛИЧЕСТВА ОТВЕРДИТЕЛЕЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕПИГМЕНТИРОВАННЫХ ЭПОКСИДНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Физико-механические свойства эпоксидных лакокрасочных покрытий в значительной степени определяются выбором отвердителей. Используя отвердители различной химической природы и функциональности, можно достичь желаемый комплекс свойств покрытий.

В работе одновременно с измерением физико-механических свойств покрытий оценивалась степень сшивки связующего по массовой доле гель-фракции в пленке, которая определялась экстракцией пленок в растворителе. Отвердители вводились в соотношениях смола-отвердитель 0,8:1, 1:1 и 1,2:1, а массы компонентов рассчитывались через содержание эпоксидных групп и аминное число отвердителей (АЧ).

Изучено влияние аминных отвердителей различной функциональности и молекулярной массы на физико-механические свойства покрытий, сформированных из непигментированных эпоксидных лакокрасочных материалов, основанных на эпоксидной смоле «CHS-EPOXY 210×75» производства Spolcheme (содержание эпоксидных групп 2328 ммоль/кг). В качестве отвердителей применялись тетраэтиленполиамин (ТЭПА, АЧ = 1270 мг КОН/г), полиэтиленполиамин (ПЭПА, АЧ = 1057 мг КОН/г), Э-45 (раствор полиамидной смолы в ксилоле, АЧ = 171 мг КОН/г), Telalit 0903 (модифицированный аминный аддукт, АЧ = 320 мг КОН/г).

В таблице 1 представлены результаты измерения твердости покрытий на 1, 2, 3 и 7 сутки после нанесения.

Таблица 1 – Твердость покрытий в зависимости от количества и типа отвердителя

Мольное соотношение функциональных групп отвердителя и смолы											
ТЭПА			Telalit 0903			ПЭПА			Э-45		
0,8:1	1:1	1,2:1	0,8:1	1:1	1,2:1	0,8:1	1:1	1,2:1	0,8:1	1:1	1,2:1
Твердость по маятниковому прибору ТМЛ (А), отн. ед.											
1 сут.											
0,31	0,24	0,25	0,23	0,10	0,11	0,11	0,21	0,13	0,20	0,13	0,10
2 сут.											
0,54	0,49	0,46	0,20	0,48	0,17	0,34	0,28	0,28	0,43	0,43	0,38
3 сут.											
0,60	0,58	0,52	0,23	0,51	0,19	0,34	0,28	0,29	0,52	0,51	0,45
7 сут.											
0,60	0,60	0,53	0,24	0,51	0,20	0,43	0,34	0,33	0,60	0,60	0,51

Как видно из таблицы 1, введение отвердителей в количестве, отличном от стехиометрического, приводит уменьшению твёрдости покрытий.

В таблице 2 отображены результаты измерения прочности покрытий при ударе на 1, 2, 3 и 7 сутки после нанесения.

Таблица 2 – Результаты измерения прочность покрытий при ударе в зависимости от количества и типа отвердителя

Мольное соотношение функциональных групп отвердителя и смолы											
ТЭПА			Telalit 0903			ПЭПА			Э-45		
0,8:1	1:1	1,2:1	0,8:1	1:1	1,2:1	0,8:1	1:1	1,2:1	0,8:1	1:1	1,2:1
Прочность при ударе, (см)											
1 сут.											
55	30	20	5	30	35	20	85	30	15	15	5
2 сут.											
60	30	20	5	30	30	25	80	40	20	20	10
3 сут.											
35	25	40	5	35	30	25	65	50	55	100	100
7 сут.											
35	40	40	5	35	30	69	100	100	100	100	100

Данные из таблицы 2 свидетельствуют о том, что введение отвердителей в количестве меньше стехиометрического, приводит уменьшению прочности покрытий при ударе. Введение большего количества отвердителя не оказывает положительного эффекта.

Изменение массовой доли гель-фракции и твердости покрытий во времени характеризует кинетику отверждения: при применении отвердителей с большей молекулярной массой (ПЭПА, Э-45, Telalit 0903) процесс отверждения завершается в течение более длительного времени; введение большего количества отвердителя, не приводит к значительному увеличению содержания гель-фракции. Прирост содержания гель-фракции практически прекращается по истечении трех суток после нанесения (за исключением систем с отвердителем Telalit 0903), что свидетельствует об окончании процесса химического отверждения в покрытиях.

Наилучшими физико-механическими показателями обладает система с отвердителем Э-45, немногим ей уступает система с отвердителем ПЭПА. Для обеих этих систем допускается уменьшение содержания отвердителей, что не приведёт к значительному ухудшению их свойств.

Таким образом, оптимальное количество исследованных отвердителей для отверждения смолы «CHS-EPOXY 210×75» зависит от химической природы и молекулярной массы конкретного отвердителя и может быть выбрано исходя из желаемых конечных свойств, которыми должны обладать сформированные лакокрасочные покрытия.

А.С. Орёл, асп.;

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

А.М. Кириллов, проф.

(Высший технический институт Лиссабонского университета, г. Лиссабон)

ДИЗАЙН И СВОЙСТВА САМОСОБИРАЮЩИХСЯ КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ МЕДИ И СЕРЕБРА

Исследования по координационным полимерам или металлоорганическим структурам в последние годы получили широкое развитие во многих областях современной химии, что можно объяснить уникальными структурными характеристиками и различными функциональными свойствами таких соединений и материалов на их основе [1, 2].

Нами был осуществлён синтез MOF в водной среде на основе аминоспиртов или аминофосфинови различных карбоновых кислот в качестве лигандов. Полученные соединения Cu^{2+} и Ag^+ обладают широким спектром возможностей практического использования.

Полученные координационные полимеры меди (II) могут быть использованы в качестве высокоэффективных биоиндуцированных катализаторов для мягкого окисления алканов перекисью водорода в спирты и кетоны и гидрокарбокислирования алканов (C_n) с использованием газообразного монооксида углерода в соответствующие карбоновые кислоты (C_{n+1}).

Полученные соединения серебра (I) проявляют высокую антибактериальную и противогрибковую активность и перспективны в качестве действующих компонентов лекарственных средств различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fernandes, T.A. Copper(II) Coordination Polymers Self-Assembled from Aminoalcohols and Pyromellitic Acid: Highly Active Precatalysts for the Mild Water-Promoted Oxidation of Alkanes / T. A. Fernandes, C.I.M. Santos, V. André, J. Kłak, M. V. Kirillova, A. M. Kirillov // *Inorg. Chem.* 2016. – Vol. 55. – 125.

2. Dias, S.S.P. New tricopper(II) cores self-assembled from aminoalcohol biobuffers and homophthalic acid: synthesis, structural and topological features, magnetic properties and mild catalytic oxidation of cyclic and linear C5–C8 alkanes / S.S.P. Dias, M.V. Kirillova, V. André, J. Kłak, A.M. Kirillov // *Inorg. Chem. Front.* 2015. – Vol. 2. – P. 525 – 537.

РОЛЬ КАТАЛИЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Для получения готовых изделий, полиуретаны перерабатывают практически всеми существующими технологическими методами: экструзией, прессованием и литьём в свободные формы. Наиболее широкое применение в промышленности получили литьевые полиуретановые эластомеры. Литьевая технология формования полиуретановых деталей (метод свободного литья в открытые формы) позволяет получать изделия практически любой формы и размеров, недоступных для формирования резиновых изделий.

Время на получение одного готового изделия из полиуретана в разы превышает время, которое тратится на изготовление детали из резины. Поэтому в настоящее время является актуальным наполнять полиуретановые композиции для сокращения производственного цикла. Катализ с использованием адипиновой кислоты уменьшает общее время отверждения, необходимое при любой температуре, и обеспечивает возможность получения эквивалентного отверждения при температуре, более низкой, чем температуры, используемые при применении только отвердителя.

Нами проведен анализ литературы, который показал, что изменение процесса создания полиуретановой композиции возможно при их наполнении катализаторами. В работе предложено использовать в качестве катализатора адипиновую кислоту, которая уменьшает общее время отверждения, необходимое при любой температуре, и обеспечивает возможность получения эквивалентного отверждения при температуре, более низкой, чем температуры, используемые при применении отвердителя без катализатора.

Установлено, что время жизни композиции, или рабочее время, соединения заметно снижается при использовании адипиновой кислоты в качестве катализатора. Проведенные исследования показали, что при содержании катализатора, равном 0,6 частей на 100 частей смеси, время жизни составляет 45 секунд. Более высокие концентрации вызывают очень незначительное дополнительное снижение времени жизни или времени до извлечения отливки из формы.

Нами проводилось дополнительное отверждение в течение 7 суток при температуре 24°C и 50%-ной относительной влажности.

Свойства конечного вулканизата, полученного при отверждении смесей с катализатором в течение 15 минут при температуре 100°С или 60 минут при температуре 70°С, практически эквивалентны свойствам некатализируемого контрольного образца, отверждавшегося в течение 60 минут при температуре 100°С. Более длительные сроки отверждения незначительно влияют на физико-механические свойства, при использовании дополнительного отверждения в течение 7 суток. Прочность смесей с использованием катализатора возрастает гораздо быстрее, чем прочность образцов без него, что обеспечивает более раннее извлечение из формы.

Таким образом, для ускорения реакции между отвердителем и преполимером необходимо наполнять композицию катализатором – адипиновой кислотой. Адипиновую кислоту можно использовать для ускорения отверждения компаундов на основе Adiprene-L и отвердителя при комнатной температуре. Катализируемый компаунд прочнее после отверждения в течение одного дня, чем не катализируемый компаунд после 7 суток.

Проведенные исследования показали, что применение адипиновой кислоты, в качестве катализатора в количестве 0,3 мас.ч. на 100 мас.ч. полимера, позволяет сократить время до извлечения отливки из формы в 2,2 – 2,9 раза, при этом время жизни полиуретановой композиции уменьшается в 2 – 3 раза, время отверждения изделия при 100°С уменьшается в 3,75 – 4 раза в зависимости от марки Adiprene-L.

Проведены физико-механические испытания полимерной композиции на основе Adiprene-L различных марок при использовании катализатора адипиновой кислоты, которые показали, что полученные композиции имеют твердость по Шор А 91 – 94 ед. Шор А; сопротивление раздиру – 21,2 – 24,1 Н/мм.

Исходя из полученных результатов исследования, можно сделать вывод, что наполнение полиуретановой композиции катализатором адипиновой кислотой позволяет улучшить комплекс физико-механических и эксплуатационных свойств.

Р. М. Долинская, доц., канд. хим. наук;
Н. Р. Прокопчук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси, д-р хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Проблема утилизации отработанных автомобильных покрышек, уже решенная в большинстве развитых странах мира, в Белоруссии находится только на ранней стадии развития.

Одним из способов промышленной утилизации шинных отходов является использование продуктов их переработки при строительстве автомобильных дорог. При этом получаемая резиновая крошка добавляется либо в битум с получением резинобитумного вяжущего («мокрый» способ), либо в асфальтобетонную смесь в процессе ее приготовления («сухой» способ). Одна из проблем получения резинобитумных вяжущих состояла в выборе размера резиновой крошки. Анализ номенклатуры размеров выпускаемой резиновой крошки показал, что резиновая крошка выпускается размером до 1 мм, 1–2 (1–3) мм и 2–5 (3–5) мм. Целью работы было установить, какая из фракций наиболее пригодна для получения резинобитумных вяжущих.

Нами проведены исследования влияния размеров крошки на технологические параметры, такие как температура и время приготовления, необходимые для растворения резиновой крошки до размера неоднородностей, не превышающих 0,1 мм, а также физико-химические показатели композиционного вяжущего, такие как температура размягчения по кольцу и шару и низкотемпературные свойства. Резинобитумное вяжущее получали в две стадии, на первой стадии получали суспензию, а на второй – конечный продукт. Это связано с тем, что при длительном высокотемпературном воздействии химический состав битума изменяется с увеличением высокомолекулярных (в том числе и твердых) и уменьшением низкомолекулярных соединений. Суспензию на основе резиновой крошки размером менее 1 мм не удалось получить. Это связано с тем, что удельная поверхность частиц такой резиновой крошки оказалось достаточно большой и для ее полного смачивания количества пластификатора оказалось недостаточным, что потребовало дополнительного введения вяжущего, но при этом не наблюдалось сохранения свойств исходного битума. Отношение максимального диаметра резиновой крошки к минимальному, также оказывает существенное влияние на качество вяжущего. При величине отношения максимального диаметра к минимальному 10 и более в процессе приготовления вяжущего происходит полная

деструкция мелких частиц резины с образованием низкомолекулярных углеводородных соединений и только частичная деструкция крупных частиц. Это приводит к снижению температуры размягчения по кольцу и шару резинобитумного вяжущего, составившего в нашем случае $+42^{\circ}\text{C}$, в то время как у исходного битума данный показатель равнялся $+44^{\circ}\text{C}$.

Однако применение тонкодисперсной резиновой крошки позволило получить резинобитумное вяжущее при невысокой температуре ($185\text{--}195^{\circ}\text{C}$) при относительно небольшом времени перемешивания (1,0–1,5 часа).

С целью сопоставления результатов исходная резиновая крошка размером менее 1 мм была просеяна через сито № 0,5 и при аналогичных технологических параметрах получено резинобитумное вяжущее на резиновой крошке фракции 0,5–1 мм. Температура размягчения по кольцу и шару полученного композиционного материала составила $+50^{\circ}\text{C}$, при изгибе на стержне диаметром 10 мм (косвенная характеристика температуры хрупкости по Фраасу) при температуре минус 25°C пластин с вяжущим трещины не образовались (температура хрупкости по Фраасу не превышает минус 25°C).

На первой стадии получения резинобитумного вяжущего при использовании резиновой крошки размером 1–3 мм поверхность всех частиц резины оказалась достаточно смоченной для того, чтобы происходило их набухание и последующее растворение. При температуре $185\text{--}195^{\circ}\text{C}$ процесс растворения резины протекал медленно и через 6 часов заметного уменьшения размеров частиц не наблюдалось. При увеличении температуры до $200\text{--}220^{\circ}\text{C}$ произошло растворение резиновой крошки за 2,0–2,5 часа. Температура размягчения по кольцу и шару полученного резинобитумного вяжущего составила $+55^{\circ}\text{C}$, температура хрупкости по показателю гибкости не выше минус 25°C . Таким образом, при использовании резиновой крошки размером 1–3 мм удалось получить резинобитумное вяжущее, имеющее значительно лучшие физико-химические характеристики, чем у исходного битума (температура размягчения по кольцу и шару $+44^{\circ}\text{C}$, температура хрупкости по Фраасу минус 17°C).

Резиновая крошка размером от 3 до 5 мм практически не растворялась в вяжущем при температуре $210\text{--}220^{\circ}\text{C}$, увеличение температуры до $235\text{--}245^{\circ}\text{C}$ привело к выгоранию пластификатора, частицы резины оказались в полном объеме не смоченными и начали распадаться с образованием низкомолекулярных соединений. Полный распад наблюдался через 3,0–3,5 часа. Это привело к тому, что резинобитумное вяжущее имело температуру размягчения по кольцу и шару $+45^{\circ}\text{C}$, а температуру хрупкости через показатель гибкости выше минус 25°C .

Таким образом, можно сделать вывод, что отношение максимального размера резиновой крошки к минимальному должно быть как можно меньшим, так как в этом случае деструкция резины идет более равномерно, что улучшает физико-химические свойства резинобитумного вяжущего, а размер частиц резиной крошки 1–3 мм.

УДК 676.012:004.051

М.А. Зильберглейт, зав. лаб., д-р хим. наук;
В.И. Темрук, зав. лаб., канд. техн. наук (ИОНХ НАН Беларуси, г. Минск)
М.О. Шевчук, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОРНОСТИ БУМАГИ ДЛЯ ПОЛИГРАФИИ

Целью работы является сравнение методов автоматического и визуального контроля сорности бумаги.

К одному из дефектов поверхности бумаги относят сорность. Метод анализа сорности по ГОСТ 13525.4-68 основан на определении количества видимых невооруженным глазом в отраженном свете контрастных посторонних включений, отличающихся по внешнему виду от общего фона бумаги. Определение осуществляется вручную путем рассматривания сора в отраженном цвете. При этом используется специальный прозрачный шаблон. Очевидно, что данный метод является органолептическим и несет в себе все недостатки, присущие субъективным способам анализа. Определение погрешности измерений шаблона производилось путем его сканирования при разрешающей способности сканера 300 dpi и обработкой файла в формате jpg в программах ImageJ и JMicroVision, расчетом дисперсий определения площади фигур, воспроизведенных на шаблоне.

Установлено, что средняя дисперсия, связанная с использованием шаблона во много раз ниже величины связанной с действиями оператора.

Проверка на образцах бумаги бумажной фабрики Гознака г. Борисов показало полное совпадение результатов работы лаборанта и программ.

Заключение.

1. Рассмотрены результаты тестирования технических условий для ГОСТ 13525.4-68 и показано, что наибольшую ошибку в измерении вносит оператор.

2. Результаты тестирования шаблона при помощи компьютерных методов оценки изображения показали возможность использования автоматической оцифровки бумаги для анализа сорности без привлечения визуальной работы оператора.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОДОНАБУХАЮЩИХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ

В строительстве зданий и сооружений применяются водонабухающие эластомерные гидроизоляционные материалы. С целью расширения области их использования необходимо установить зависимости изменения свойств данных эластомерных изделий при контакте с различными типами водной среды (дождевая, водопроводная, грунтовая). Анализ изменения химического состава воды после выдержки в ней образцов позволит оценить степень вымывания компонентов из эластомера и провести оптимизацию его состава.

В качестве объектов исследования использовали эластомерные композиции на основе бутадиен-стирольного каучука и бентонита с различным содержанием монтмориллонита, которые характеризовались содержанием $\text{CaO/MgO/Na}_2\text{O}$: I-1,5/1,7/0,6; II – 2,8/2,4/1,0; III – 4,5/3,5/2,7. Для активации бентонитов применяли хлорид и/или карбонат натрия. В экспериментах использовали пресную (содержание хлорида натрия – 1 г/л) и минерализованную (содержание хлорида натрия – 10 г/л) воду. Оценивали степень набухания эластомеров в воде, содержание ионов Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} в водных средах после набухания в течение 7 суток. Установлено, максимум поглощения воды наблюдается в течение первых 2-х суток, после чего набухание практически не изменяется и достигает 21,3 % для образца I; 21 % – для образца II; 23,2 % для образца III. При введении активаторов в бентонит набухание композиций увеличивается с 23 % до 175 %. Сопоставительный анализ содержания ионов Na^+ в пресной и минерализованной воде показал, что активация бентонита хлоридом натрия или комбинацией хлорид+карбонат натрия обуславливает лучшие ионообменные свойства. В то же время наблюдается высокое вымывание ионов Na^+ , что снижает набухающую способность у образцов, активированных хлоридом натрия. Следует отметить, что набухание в пресной воде происходило с большей скоростью, чем в минерализованной. Таким образом, путём модификации бентонита катион активными соединениями достигнуто увеличение его сорбционной емкости, что обеспечило увеличение степени набухания эластомерных уплотнителей.

О.В. Карманова, проф. д-р техн. наук;
Л. В. Попова, доц., канд. техн. наук;
А.Ю. Фатнева, асп (ВГУИТ, г. Воронеж)

АНАЛИЗ КИНЕТИКИ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ В ПРИСУТСТВИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ АКТИВАТОРОВ ВУЛКАНИЗАЦИИ

Вулканизация эластомеров является завершающим этапом создания резиновых изделий, где формируются его основные свойства. Процесс протекает при температурах выше 150 °С, поэтому цикл вулканизации целесообразно сокращать для экономии энергоресурсов. Огромная роль в формировании основных свойств вулканизатов принадлежит ингредиентам вулканизирующей группы. Активаторы вулканизации не только оказывают влияние на кинетику структурирования, характер образующихся вулканизационных связей, но и на свойства резиновых смесей и их вулканизатов.

Разработаны композиционные активаторы вулканизации в виде сплавов оксида цинка и различных карбоновых кислот (в том числе при их комбинировании) с содержанием оксида цинка от 10 до 50 % и изучены их свойства, а также свойства резиновых смесей и резин на их основе. Опытные активаторы вулканизации были испытаны в стандартной резиновой смеси на основе каучука СКС-30 АРК. В рецептуре стандартных смесей оксид цинка (3 мас. ч.) и стеариновую кислоту (1 мас. ч.) заменяли опытными продуктами в количестве 4 мас. ч. В ходе исследования пласто-эластических, вулканизационных свойств резиновых смесей установлено активирующее влияние опытных продуктов на процесс вулканизации. По влиянию на кинетику вулканизации наилучшие показатели обеспечивают активирующие добавки с содержанием цинковых белил в сплаве не менее 30 %. Анализ кинетики вулканизации исследуемых образцов показал, что применение активаторов в виде сплава оксида цинка и стеариновой кислоты обеспечивает большую скорость вулканизации в главном периоде и широкое плато вулканизации без реверсии. При изучении упруго-прочностных свойств резин с различными активаторами вулканизации установлено, что все образцы удовлетворяли нормам контроля. Таким образом, что применение опытных продуктов позволит снизить содержание оксида цинка в рецептурах в 2-4 раза при сохранении всех параметров перерабатываемости резиновых смесей и высокого качества получаемых на их основе вулканизатов.

О. В. Карманова¹, проф. д-р техн. наук;
С. Г. Тихомиров¹, проф. д-р техн. наук;
Ж. С. Шашок², доц., канд. техн. наук;
(¹ВГУИТ, г. Воронеж, ²БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РАДИАЦИОННОГО БУТИЛРЕГЕНЕРАТА

Радиационная деструкция синтетических полимеров – один из перспективных способов утилизации вышедших из эксплуатации полимерных изделий и отходов полимеров. Из отработанных изделий на основе бутилкаучука радиационным методом получают резину-регенерат, качество которого выше, чем получаемого другими методами (водонейтральным и термомеханическим). Бутилрегенерат применяется в шинных, диафрагменных резинах для улучшения динамических свойств, для изготовления гидроизоляционных мастик с повышенной атмосферостойкостью и стойкостью к агрессивным средам. Варьированием поглощенной дозы удается регулировать пластоэластические свойства регенерата.

Исследованы свойства радиационного бутилрегенерата, полученного из резин серной и смоляной вулканизации при варьировании поглощенной дозы от 20 до 100 кГр. Изменение пласто-эластических свойств оценивали по показателю вязкости по Муни. Структурные изменения резин оценивали методом золь-гель анализа.

Бутилрегенерат подвергали механообработке в камере пластикодера «Брабендер» при температурах 70-110 °С, варьируя скорость сдвига от 20 до 40 об/мин с целью разрушения сохранившихся в ходе радиационной девулканизации поперечных связей и возможной деструкции макромолекул. Для того чтобы оценить влияние дополнительной механообработки в пластикодере Брабендер, использовали коэффициент снижения вязкости по Муни. Установлено, что дополнительная механообработка при малых дозах облучения (до 40 кГр) способствует снижению вязкости по Муни в ~ 2 раза, при больших дозах облучения ~ в 1,5 раза, при средних 50-70 кГр ~ 1,7. Данные хорошо согласуются с результатами золь-гель анализа. На основе анализа экспериментальных зависимостей изменения вязкости по Муни образцов от дозы облучения, продолжительности механообработки, скорости сдвига при механообработке, продолжительности механообработки разработаны рекомендации по практическому применению бутилрегенерата, а именно, определены оптимальные условия получения бутилрегенерата в зависимости от его назначения.

МОДИФИКАЦИЯ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ КОРУНДОМ

Работа нацелена на отбор загустителей, способных удерживать полые корундовые микросферы (МКС) в латексе СКС-18СНТ на стадии коагуляции.

В работе использовался бутадиен-нитрильный каучук СКН-18 СНТ с сухим остатком 19,9 % масс.; корундовые микросферы НСМ-S; загустители - полиакриламид (ПАА) и карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ).

Коагулировали загущенный латекс в присутствии микросфер (5% на полимер латекса). Все образцы коагулюма промывали водой, сушили. Навески со сферами сжигали для определения выхода сфер.

Установлено, что загуститель ПАА обладает лучшей удерживающей способностью МКС в латексе и, соответственно, в каучуке.

Образцы резиновой смеси без микросфер и с МКС готовили в соответствии с ГОСТ Р 54556-2011 на вальцах и микросмесителе. Все образцы вулканизовали при температуре 150°C в течение 40 мин.

Показано, что присутствие микросфер в количестве 4,5-4,8% масс., практически не влияло на твердость и эластичность по отскоку для резин без микросфер и с микросферами при «сухом» введении.

Установлено, что введение микросфер на стадии выделения каучука из латекса в присутствии ПАА обеспечивает двукратное увеличение сопротивления резин раздиру и существенное снижение сопротивления износу. Увеличивало модуль резины при 100% и 200% удлинении, при сохранении прочности при разрыве на уровне образца без микросфер. При этом снизилось относительное удлинение при разрыве по причине присутствия следов ПАА в каучуке.

Введение микросфер на стадии выделения в присутствии КМЦ снижало модуль резины при 100, 200, 300% удлинении и прочности при разрыве при сохранении относительного и остаточного удлинения при разрыве.

Резины, содержащие микросферы, характеризовались наименьшим набуханием в толуоле и, соответственно, наибольшим уровнем сшивки полимера (в особенности с ПАА). Это объяснило рост модуля и прочности при разрыве резин с МКС.

ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БАС РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

С целью замены синтетических красителей со структурой молекул не идентичной природным соединениям, чаще всего вредных, нами проводится работа по расширению возможностей использования наиболее полезных для здоровья человека натуральных красителей, содержащих в своем составе кроме красящих пигментов другие биологически активные компоненты – витамины, углеводы, органические кислоты и др.

В качестве объектов исследования нами выбраны композиционные натуральные пищевые красители, представляющие собой смесь каротиноидных гидрофилизированных колорантов из корнеплодов моркови красной посевной *Daucus Sativus* Roeh.

Для получения гидрофилизированных каротиноидных пигментов проводили последовательную термообработку измельченного сырья при 50 °С, 70 °С и 90 °С в течение 4 ч при каждой температуре. Затем краситель экстрагировали этиловым спиртом с объемной долей 96 % при температуре 60 °С из расчета 500 см³ спирта на 100 г сырья. Концентрирование проводили путем испарения этанола при атмосферном давлении. Полученные растворы красителей анализировали спектрофотометрически.

Исследована сохранность образцов смесей красителей при хранении в течение 30 суток. При анализе данных было установлено, что изменение значений оптической плотности в растворах каротиноидного красителя происходит незначительно в течение всего времени хранения. Суммарные потери цветности в течении месяца хранения составляют порядка 5 % от первоначального значения.

Полученные композиционные красители можно использовать для окраски в цвета от лимонно-желтого до бордово-красного разнообразных продуктов питания: маргарина, сливочного масла, мороженого, творога, йогуртов и других продуктов молочной промышленности, кондитерских изделий, в частности карамели и мармелада, напитков, ликеро-водочной продукции.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ АНТОЦИАНОВ

При работе с натуральными растительными экстрактами значительное внимание уделяют не только технологическим показателям качества (органолептическим, физико-химическим), но и особенностям поведения экстрактов в различных средах. Экстракт черники получали бескислотным извлечением антоциановых пигментов этанолом с последующим концентрированием путем отгонки растворителя при атмосферном давлении. Визуальная оценка окраски водных растворов концентрата спиртового экстракта черники показала, что растворы окрашены в цвета от бледно-розового до ярко-красного в зависимости от концентрации красящих веществ.

Расчетный минимальный предел спектрофотометрического определения антоцианов составляет $0,009 \text{ г/дм}^3$. Однако уже при концентрации менее $0,25 \text{ г/дм}^3$ исчезает пик, эти пигменты, что затрудняет определение. При концентрации более $3,2 \text{ г/дм}^3$ прибор теряет чувствительность, что делает определение более концентрированных растворов невозможными. Анализ стабильности водных растворов концентрата спиртового экстракта черники показал, что на всем исследуемом диапазоне изменение оптической плотности в течение недели хранения не превышает погрешности измерения. Для растворов с концентрацией $0,5$ и $1,0 \text{ г/дм}^3$ наблюдается исчезновение пика в области 519 нм , что свидетельствует о невысокой стабильности этих растворов. Кроме того в ходе хранения наблюдается рост оптической плотности в ультрафиолетовой области, что может быть вызвано незначительным снижением доли красной катионной формы и образованием бесцветной карбинольной формы с максимумом поглощения в области $350\text{-}370 \text{ нм}$.

Изучение метрологических характеристик цветометрического метода показало, что расчетный минимальный предел определения содержания концентрата экстракта антоцианов в растворе составляет $0,06 \text{ г/дм}^3$. При переходе к системе Irgb появляется возможность оценить вклад каждой из цветовых компонент в окраску изучаемых растворов. С ростом концентрации растворов интенсивность их окраски линейно снижается, а доля красной компоненты линейно возрастает. Через неделю хранения в прохладном темном месте изменение интенсивности окраски и доли красного цвета не превысило величины погрешности измерения, что свидетельствует о достаточно высокой стабильности окраски в данных условиях хранения.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РАВНОВЕСНОГО ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ С ЭЛАСТОМЕРАМИ

Растущий объем использования новых полимерных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками требует непрерывного совершенствования как технологии их производства, так и поиска новых функциональных компонентов, обладающих комплексным влиянием на свойства продукта. Наибольший интерес представляет изучение механизмов взаимодействия модификаторов на основе углеродных фуллеренов с эластомерами различной структуры.

Для изучения молекулярной подвижности нагруженных резин выбран метод равновесного термомеханического анализа РТМА, который заключается в измерении температурной зависимости деформации образцов резин, равновесно-деформированных статической нагрузкой до заданных степеней. Из теоретических представлений механики эластомеров следует, что нагревание полимерной цепи, растянутой с определенной силой, приводит к ее сокращению, а охлаждение – к удлинению.

Кривая РТМА в дифференциальной форме в общем случае состоит из ряда максимумов, что говорит о ступенчатом протекании механических процессов. Для выявления механизма взаимодействия смеси фуллеренов с эластомерами данного были проведены серии экспериментов с резинами, содержащими смесь фуллеренов в оптимальной концентрации.

Показано, что при низких температурах не существует существенных различий в механике поведения контрольных резин и при введении смеси углеродных фуллеренов. Однако, результаты, полученные при повышении температуры в интервале 40-60°C, подтверждают выдвинутую ранее гипотезу о наличии химической реакции между углеродными фуллеренами и полимерной матрицей, что выражено в образовании новой структуры, связанной с уменьшением удлинения образца при приложении статической нагрузки.

А. А. Никифоров, ассист.;
А. С. Дойников, студ. 4 курса;
Н. А. Охотина, проф., канд. техн. наук;
С. И. Вольфсон, проф., д-р техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технологический университет,
кафедра химии и технологии переработки эластомеров КНИТУ, г. Казань)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛОКОН КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИАМИДА 1010 НАПОЛНЕННЫХ СТЕКЛОВОЛОКНОМ

Производство биобазированных материалов растёт в связи с возрастающей озабоченностью общества проблемами окружающей среды. В частности биобазированный полиамид 1010, как один из этих материалов может найти своё применение «под капотом» в автомобилестроении. Короткие стеклянные волокна являются недорогими и эффективными армирующими наполнителями. По этим причинам исследовались композиции с 40 % мас. стекловолокна на основе полиамида 1010. Композиции получали смешением на двухшнековом экструдере. Так как распределение длины волокон является важным фактором определяющим физико-механические свойства. То для того чтобы снизить степень разрушения волокна в процессе переработки были добавлены технологические добавки на основе монтаных восков (Licowax) и сложных эфиров жирных кислот (Baerolub) производства компаний Clarianti Baerlocher.

Влияние этих добавок оценивалось с помощью анализа длин волокна у композиций с 40% мас. стекловолокна и 4-мя видами технологических добавок после экструзии и литья под давлением. Также оценивали поверхность разлома образцов на электронном микроскопе. Результаты показали что использование технологических добавок в количестве 1 % мас. и более, негативно отражается на физико-механических характеристиках полученных композиций. А при содержании 0,5 % мас. небольшой положительный эффект на механические свойства композиций оказывают только монтаные воски. Изучение поверхности разлома на электронном микроскопе показала что у композиций с монтанным воском без гидроксильных функциональных групп приводит к наибольшему количеству оторвавшихся волокон от матрицы. Из чего можно сделать вывод что эта смазка в таком количестве крайне негативно влияет на межфазное взаимодействие между полиамидной матрицей и стекловолокном.

Э. Р. Рахматуллина, ассист.;
Р. Ю. Галимзянова, доц., канд. техн. наук;
М. С. Лисаневич, доц., канд. техн. наук;
Ю. Н. Хакимуллин, проф., д-р. техн. наук
(КНИТУ, г. Казань)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА НА ЕГО СВОЙСТВА

Полипропилен на сегодняшний день является одним из самых распространенных термопластов в мире и применяется в различных областях промышленности благодаря невысокой стоимости и своим ценным практическим свойствам. Высокая прочность, термостойкость, отсутствие токсичности делают его незаменимым в изготовлении медицинских изделий широкой номенклатуры. Все большее значение для медицины и гигиены приобретают изделия из текстильных нетканых материалов на основе ПП. Для медицинских изделий подобного функционального назначения зачастую применяется стерилизация путем воздействия ионизирующим излучением.

Процесс получения стерильных изделий из полипропилена представляет собой совокупность технологических операций, включающих как стадию смешения полипропилена с целевыми добавками в экструдере, переработку в литьевой машине и формование изделий, так и стадию их стерилизации. При переработке в условиях высоких температур, присутствии кислорода воздуха, механических нагрузок полипропилен подвергается термоокислительной деструкции, тем более что он относится к деструктирующим полимерам в связи с присутствием в его основной цепи третичного атома углерода [1]. Известно также, что при воздействии ионизирующего излучения на органический материал в атмосфере воздуха или кислорода радиационные превращения сопровождаются процессом радиационного окисления [2, 3]. Оно связано с присоединением молекул кислорода к возникающим в процессе облучения свободным радикалам с образованием пероксидных радикалов.

В настоящей работе было исследовано влияние переработки на свойства ПП. При получении полимеров, а также при их переработке в изделие вводится определенное количество стабилизаторов, которые должны обеспечить сохранение свойств полимера в процессе переработки, а также полимерных изделий в период хранения и эксплуатации. Однако в некоторых случаях имеющихся в полипропилене стабилизаторов бывает недостаточно для эксплуатации полимерных из-

делий, если учитывать, что они перед использованием подвергаются радиационной стерилизации. В связи с этим оценка влияния условий переработки на свойства полипропилена при производстве изделий на его основе, в том числе и воздействия ионизирующего излучения при стерилизации представляет как научный, так и практический интерес.

Стойкость ПП к ионизирующему излучению в основном зависит от эффективности стабилизирующей системы. Оценку сопротивления стабилизированного полимера к окислительной деструкции для исследуемых марок ПП проводили по времени окислительной индукции (ВОИ), как наиболее эффективному для этой цели методу [4].

Индукционный период окисления у необлученного гранулированного полипропилена составляет 56 минут. После экструзии экзотермический пик окисления появляется уже через 8 мин, то есть ИОИ уменьшается практически в 7 раз. Следовательно, переработка (смешение и экструзия) существенно снижает стойкость ПП к окислению. Воздействие электронного излучения поглощенной дозой 56 кГр приводит к дополнительному уменьшению стабильности ПП, в результате, ИОИ облученного ПП составляет всего 0,8 мин и уменьшается в 10 раз. То есть суммарное воздействие переработки и ионизирующего излучения полностью исчерпывает «ресурс» стабилизаторов, вводимых производителем ПП.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Генель С.В., Белый В.А., Булгаков В.Я., Гехтман Г.А. Применение полимерных материалов в качестве покрытий. М.: Химия, 1968. 162 с.
- 2 Иванов В.С. Радиационная химия полимеров. Л.: Химия, 1988. 320 с.
- 3 Нечитайло Н.А., Санин П.И., Полак Л.С. и др. Действие гамма-излучения на полипропилен в присутствии стабилизаторов // Радиационная химия полимеров. М.: Наука, 1966. С. 272-278.
- 4 LugaоA.B., CardosoE.C.L., HutzlerB. etal. Temperature dependent oxidative-induction time (TOIT) of irradiated and non-irradiated polypropylene - a new method // Radiation Physics and Chemistry. 2002. №.63. P. 489-492.

Н. П. Миронова, Е. С. Капитонов,
А. М. Болонина, А. З. Файзуллин, магистранты;
И. З. Файзуллин, доц., канд. тех. наук (КНИТУ, г. Казань)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА

В нашей стране, имеющей практически неиссякаемые лесные ресурсы, наблюдается отставание в развитии отрасли по производству изделий на основе наполнителей из возобновляемых источников. Проблема создания энерго-ресурсосберегающих технологий и нерационального использования отходов растительных ресурсов обуславливает целесообразность использования наполнителей растительного происхождения, при создании высоконаполненных композиционных материалов уникальных по своим качествам и с высокими потребительскими характеристиками[1].

В этой связи было проведено исследование влияния различных целлюлозных наполнителей на потребительские свойства композиций на основе полиолефинов.

В качестве полимерного связующего в исследуемых композициях был выбран промышленный термопласт полипропилен марки Бален 01030. В качестве наполнителей использовались 4 вида целлюлозы: древесная, конопляная, льняная и целлюлоза из люцерны, с дозировками 50 и 60 % мас. Также применялся совмещающий агент марки Fusabond P353 (DuPont), антиоксидант марки Ирганокс 1010 (BASF) и технологическая добавка – смазка марки TPW 113 (Structol). Концентрации совместителя и смазки были фиксированными и составляли 2 % и 3% соответственно.

Для оценки влияния вида целлюлозного наполнителя на свойства композиций проводились испытания на определение показателей прочности при растяжении, ударной вязкости, плотности и твердости.

В ходе экспериментальных исследований было выявлено, что лучшие эксплуатационные свойства наблюдаются у композиций с древесным и льняным целлюлозным наполнителем при дозировке 50 % мас. Они обладают наибольшими показателями ударной вязкости, прочности при растяжении и значения показателя текучести.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галиев, И.М. Создание многослойного напольного настила на основе древесно-полимерных композитов: дис. на соискание учебн. степени канд. тех. Наук / И.М. Галиев. – Казань, 2015. – 161 с.

Е. С. Капитонов, Н. П. Миронова,
А. М. Болонина, А. З. Файзуллин, магистранты;
И. З. Файзуллин, доц., канд. техн. наук (КНИТУ, г. Казань)

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА

Разработка ресурсосберегающих технологий производства древесно-полимерных композиционных материалов на основе полимерных связующих и отходов растительного происхождения – одно из приоритетных направлений в создании современных композиционных материалов [1].

Механическая и химическая модификация древесной муки, направленная на достижение максимальных эксплуатационных характеристик композиционных материалов, экологически неоправдана, так как ведет к ее большей потере [2]. Но в последние годы популярность находят процессы термической обработки древесины [3]. Однако исследований ее использования при разработке древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК) не достаточно.

В данной работе, в составе древесно-полимерных композиционных материалов на основе полиэтилена и комплекса технологических добавок было исследовано влияние термической обработки древесной муки на физико-механические и эксплуатационные свойства ДПК. В лабораторных условиях были изготовлены образцы исходных смесей полиэтилена марки 273-83 с древесной мукой марки 400. Для защиты от деструкции вводился антиоксидант марки Ирганокс 1010, а для улучшения адгезии и смачивания древесины использовались специальные добавки марок FusabondE226 (DuPont) и TPW 113(Structol). Исследуемые композиционные материалы получали в смесительной камере «MeasuringMixer 350 E» фирмы Brabender «Plasti –Corder®Lab – Station».

В ходе испытаний было установлено, что термомодификация древесной муки оказывает положительное влияние на физико-механические и эксплуатационные свойства композиций. Показано, что у композиций с термообработанным наполнителем наблюдается повышение прочностных показателей на 20 %, повышение плотности на 18 %. Так же наблюдается повышение предела текучести материала и понижение степени водопоглощения на 30 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Файзуллин И. З. Древесно-полимерные композиционные материалы на основе полипропилена и модифицированного древесного

наполнителя: дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. - Казань, 2016

2. Хасаншин, Р.Р. Термическая обработка древесного наполнителя в производстве композиционных материалов / В.А. Лашков, Р.Р. Сафин, Ф.Г. Валиев // Вестник Казанского Технологического университета. – 2011. – №20. – С. 150-154.

3. Макаров, А.А. Исследование химического состава экстрактивных веществ березы и сосны при торрефикации / А. А. Макаров, С. А. Пушкин, А. Н. Грачев, Л. В. Козлова, Т. А. Горшкова // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – №15. – С. 34-37.

УДК 678.5.002.6:674

А. М. Болонина, Е. С. Капитонов,
Н. П. Миронова, А. З. Файзуллин, магистранты;
И. З. Файзуллин, доц., канд. техн. наук;
(КНИТУ, г. Казань)

ВЛИЯНИЕ СФЕРИЧЕСКОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Одним из перспективных направлений современной технологии является создание древесно-полимерных композиций (ДПК), основными составляющими которых являются древесный наполнитель и термопластичная основа [1]. Наполнители играют важную роль в формировании комплекса свойств материала, это необходимо учитывать при разработке рецептуры и выборе параметров производства изделия [2]. Целью данной работы явилось изучение влияния сферического наполнителя на физико-механические и эксплуатационные свойства древесно-полимерных композиций на основе полипропилена и древесной муки.

В качестве полимерного связующего ДПК в работе был использован полипропилен экструзионной марки «Бален 01030». Дисперсным наполнителем явилась древесная мука марки ДМ 180. В качестве сферического наполнителя использовались стеклосферы марки iM16K.

Композиционные материалы получали в смесительной камере оборудования фирмы Brabender «Plasti - Corder®Lab – Station». Пластины для испытаний готовились на экструзионной приставке пластикордера «Extruder Type 19/25 D»

В настоящей работе было исследовано влияния различных до-

зировок стеклосфер (5 ÷ 20 % мас.) на физико-механические и эксплуатационные свойства ДПК.

В ходе проведения физико-механических испытаний были определены показатели прочности при растяжении и изгибе, ударной вязкости и модуля упругости композиций. Так же определялась плотность и твердость материалов.

В ходе исследований было выявлено, что наличие и увеличение дозировки стеклосфер способствует уменьшению плотности древесно-полимерных композиций. Это, в свою очередь, позволяет сделать вес конечного изделия легче. Было показано, что увеличение дозировки стеклосфер снижает показатель прочности по отношению к базовым композициям. Добавление стеклосфер в рецептуру уменьшает водопоглощение материала в агрессивных условиях в среднем на 25%. Было отмечено, что сферический наполнитель незначительно влияет на твердость материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов // С.Пб.: Научные основы и технологии, 2010. – 735 с.
2. Файзуллин, И.З. Древесно-полимерные композиционные материалы на основе полипропилена и модифицированного древесного наполнителя: дис. на соискание учебн. степени канд. тех. наук / И.З. Файзуллин. – Казань, 2015. – 121 с.

УДК 674.81-419.046

И. З. Файзуллин, доц., канд. техн. наук;
С. И. Вольфсон, проф., д-р техн. наук;
А. З. Файзуллин, А. М. Болонина,
Е. С. Капитонов, Н. П. Миронова, магистранты;
(КНИТУ, г. Казань)

ВЛИЯНИЕ НАНОПОЛНИТЕЛЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Одним из наиболее перспективных и многообещающих направлений развития современной науки является разработка и исследование полимерных композитов с нанонаполнителями.

Среди всего обширного класса полимерных конструкционных материалов новым видом наполненных материалов являются полимерные нанокомпозиты, в которых, по крайней мере, один из размеров дисперсной фазы (длина, ширина или высота) не превышает 100 нм

[1]. Из-за высокой дисперсности наполнителя такие системы могут обладать необычными свойствами, которые не удается получить для «традиционных» композитов [2].

Наиболее часто в качестве нанонаполнителей используют наноглины. Отличительной особенностью наночастиц является отношения площади поверхности к объему частиц, которое намного большее, чем у объемных материалов обычных размеров. Уменьшение размера и высокоразвитая поверхность изолированных наночастиц очень сильно увеличивает их реакционную способность, химическую активность, что оказывает существенное влияние на физико-механические и эксплуатационные свойства композиций в случае интеркалирования и эксфолиирования наночастиц в полимерной матрице [3].

В этой связи, в данной работе, в составе ДПК на основе полипропилена, древесной муки и технологических добавок, было исследовано влияние нанонаполнителя на свойства ДПК. В лабораторных условиях были изготовлены образцы исходных смесей полипропилена марки 1525J (Нижекамскнефтехим) с древесной мукой марки 180 (Лигнум). Дозировка древесной муки была фиксированной и составляла 50 % мас. В качестве добавки улучшающей совместимость был выбран продукт компании DuPont – FusabondP353. В качестве смазки использовалась добавка марки TPW 113 (Structol). В качестве нанонаполнителя ДПК в работе использовали органомодифицированную наноглину марки Cloisite 15A производства фирмы Rockwood.

Исследуемые композиционные материалы получали в роторном смесительном оборудовании фирмы Brabender «Plasti -Corder®Lab - Station» (Германия). Образцы для испытаний получали на экструзионной приставке пластикордера «Plasti-Corder®Lab-Station Extruder Type 19/25 D». Для оценки эффективности введения нанонаполнителя 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 °C на универсальной 2-х колонной испытательной машине Gotech Testing Machine UA1 - 7000M (Тайвань). Испытания по определению показателя ударной вязкости, плотности образцов ДПК проводили согласно ГОСТ 4647-80 и ГОСТ 15139-69 соответственно.

Согласно анализу экспериментальных данных после введения и с увеличением дозировки нанонаполнителя наблюдается положительная динамика характеристик – повышаются показатели прочности и модуля упругости при растяжении, плотности. Установлено, что

оптимальным комплексом физико-механических свойств обладают ДПК с содержанием наноглины 5 % мас.

ЛИТЕРАТУРА

1 Gonsalves, K.E. Inorganic nanostructured materials / K.E. Gonsalves, X. Chen // Nanostructured materials. – 1996. – V.5. – P. 3256-3262.

2 Герасин, В.А. Структура полимер / Na⁺-монтмориллонит нанокompозитов, полученных смешением в расплаве / В.А. Герасин, Т.А. Зубова, Ф.Н. Бахов, А.А. Баранников, Н.Д. Мерекалова, Ю.М. Королёв, Е.М. Антипов // Российские нанотехнологии. – Т. 2. – № 1-2. – 2007. – С. 90-105.

3 Вольфсон, С.И., Модифицированные древесно-полимерные композиты / С.И. Вольфсон, И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, Т.З. Лыгина, Ф.А. Трофимова // Журнал Пластические массы. – 2014. – №1-2. – С. 41-44.

УДК 678.7-139-9: 678.742.3:678.762.2

А. Н. Ибатуллин, А. Р. Каримова, магистранты;
О. А. Панфилова, доц., канд. техн. наук;
Н. А. Охотина, проф., канд. техн. наук;
С. И. Вольфсон, проф., д-р техн. наук (КНИТУ, г. Казань)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СВОЙСТВА ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВУЛКАНИЗАТОВ НА ОСНОВЕ ТРОЙНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ СМЕСИ

Термопластичные вулканизаты (ТПВ) представляют собой сложную полимерную гетерогенную систему, в которой частицы дисперсной фазы вулканизованного каучука равномерно распределены и тонко диспергированы в непрерывной фазе термопласта [1, 2]. В зависимости от природы используемых полимеров, конечный материал обладает определенным набором свойств. Настоящая работа является очередным вкладом в изучение термопластичных вулканизатов на основе тройной смеси разнополярных полимеров – полипропилена, изопренового и бутадиен-нитрильного каучуков [3]. В предыдущих работах нами было показано, что состав композиции, в частности – наличие совмещающих добавок и режим изготовления оказывают значительное влияние на формирование структуры ТПВ (размер частиц эластомерной фазы, равномерность их распределения, диффузность межфазных границ) [4].

В настоящей работе было исследовано влияние условий переработки на деформационно-прочностные свойства ТПВ. Поскольку при получении термопластичных вулканизатов вулканизация происходит непосредственно в процессе динамического смешения термопласта и эластомера в присутствии вулканизирующей системы, свойства получаемого материала напрямую определяются условиями смешения и дальнейшей переработки. Наилучшие условия создаются при использовании двухшнековых экструдеров с однонаправленным вращением шнеков, для которых характерны высокие значения длины к диаметру. Лабораторный экструдер, на котором получались композиции, имеет более короткий шнек, поэтому для моделирования условий обработки в промышленном экструдере нами проводилось 2-5-кратное экструдирование ТПВ на экструзионной приставке с плоскощелевым каналом в головке.

Полученные результаты физико-механических испытаний полученных композиций показали, что увеличение времени обработки улучшает деформационно-прочностные показатели ТПВ вследствие дополнительной гомогенизации и упорядочения структуры материала, что подтвердилось с помощью метода оптической микроскопии.

Исследование эксплуатационных свойств термопластичные вулканизатов на основе тройной смеси разнополярных полимеров показало, что разработанные композиты обладают удовлетворительной устойчивостью к действию жидких агрессивных сред (стандартная жидкость «Б», стандартное масло СЖР-3, моторное масло, вода) и высокой устойчивостью к термо- и фотоокислительному старению.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Холден, Д. Термоэластопласты / Д. Холден, Х. Р. Крихельдорф, Р. П. Куирк. – 2011. – 720 с.
- 2 Вольфсон, С.И. Динамически вулканизированные термоэластопласты: получение, переработка, свойства / С.И. Вольфсон // – М.: Наука. – 2004. – 170с.
- 3 Динамически вулканизированные 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.
- 4 The structure of thermoplastic vulcanisates based on rubbers of different polarity and polypropylene/ О. А. Panfilova [etc.] // International polymer science and technology. – V. 44. – № 2.– 2016. – P. 15-19.

Установлено, что константа скорости реакции образования циклогексилформиата при алкоголизе муравьино-валерианового ангидрида более чем на порядок выше константы скорости реакции образования циклогексилвалерата.

В опытах взаимодействия окисленного этилбензола с уксусным ангидридом в присутствии муравьиной кислоты также было установлено, что скорость образования 1-фенилэтилформиата при алкоголизе муравьино-уксусного ангидрида при 70 °С примерно в 18 раз выше скорости образования 1-фенилэтилацетата.

Показано, что скорость накопления формиатов по реакции типа 1 более чем в десять тысяч раз выше по сравнению со скоростью их образования по реакции типа 2. Таким образом, значимость реакции этерификации в образовании эфиров муравьиной кислоты очень мала. При этом даже самая сильная из незамещенных алифатических карбоновых кислот – муравьиная – не влияет на скорость реакции этерификации.

Предполагается, что полученные температурные зависимости констант скорости реакций алкоголиза смешанных ангидридов муравьиной кислоты и реакций этерификации окажутся полезными при моделировании процессов образования формиатов в различных промышленных процессах, протекающих с участием муравьиной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Perkel A. L., Buneeva E. I., Voronina S. G. // Oxid. Commun. 2000. V. 23, N 1. P. 12–28.
2. Котельникова Т. С., Ревков О. А., Воронина С. Г., Перкель А. Л. // Журн. прикл. химии. 2009. Т. 82. Вып. 3. С. 472–478.
3. Котельникова Т. С., Ревков О. А., Воронина С. Г., Перкель А. Л. // Журн. прикл. химии. 2009. Т. 82. Вып. 2. С. 293–300.

УДК 6.095.262-911.3

Н.С. Николаева, Л.П. Иванова, А.И. Касимова,
А.Г. Файзрахманова, магистранты;
Н. А. Охотина, проф., канд. техн. наук
(КНИТУ, г. Казань)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ НА ГАЗОФАЗНУЮ ПОЛИМЕРИЗАЦИЮ БУТАДИЕНА-1,3

Натрийбутадиеновый каучук СКБ представляет собой полимер нерегулярного строения со смешанным типом присоединения звеньев-

1,2 и 1,4-цис [1, 2], а его вулканизаты имеют низкие прочностные показатели, но обладают очень высокой эластичностью и рядом других специфических ценных свойств: газонепроницаемостью, морозостойкостью. Поэтому каучук используют для изготовления резинотехнических, асбестотехнических изделий, абразивов, губчатых резин и уплотнителей, используемых как для гражданских, так и оборонных целей.

Каучук СКБ производится в небольших объемах методом бесстержневой газофазной полимеризации бутадиена-1,3 в ОАО «КЗСК» и является уникальным, поскольку все другие каучуки производят растворной или эмульсионной полимеризацией. Для газофазной полимеризации используется предварительно осушенная твердой щелочью бутадиен-бутиленовая шихта [3]. Полимеризация начинается на поверхности катализатора на основе металлического натрия при определенной температуре и давлении. Теплота полимеризации отводится за счет циркуляции шихты через холодильник. Общее время процесса 20-22 ч. В ходе полимеризации автоматически регулируется температура и давление, температура прямого и обратного газа.

В настоящее время сырье для получения каучука поступает, как от российских, так и зарубежных поставщиков, и отличается по качеству. Сырьем является бутадиен-1,3 разных способов концентрирования и очистки: экстрактивной ректификацией в присутствии нитрометилпирролидона, ацетонитрила, диметилформамида; хемосорбцией с использованием комплексных соединений меди; пиролизом и дегидрированием C_4 фракций и т. д.

В связи с использованием сырья разного состава возникает ряд технологических трудностей, ухудшающих качество каучука СКБ.

Для улучшения процесса полимеризации дивинила были проведены исследования по изучению примесей, содержащихся в дивиниле, и их влиянию на процесс полимеризации и качество получаемого полимера. Оказалось, что самое негативное влияние на процесс полимеризации оказывают тяжелые остатки (нелетучие углеводороды), остатки растворителей, ингибиторов термополимеризации, пероксидных соединений, неизвестные микропримеси.

В работе была исследована возможность хроматографического определения остатков растворителя нитрометилпирролидона и тяжелых остатков на хроматографе Хроматэк Кристалл -5001 с использованием детектора по теплопроводности. Анализировались искусственные смеси бутадиена с нитрометилпирролидоном и винилциклогексеном в соотношениях, соответствующих их содержанию в бутадиене по документации поставщиков. На основании полученных ре-

зультатов была разработана методика экспресс-метода хроматографического определения остатков растворителей нитрометилпирролидона, ацетонитрила и тяжелых остатков, которая используется для входного контроля бутадиена-1,3 разных поставщиков. По результатам анализов вносятся корректировки в режим полимеризации для получения каучука требуемого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большой справочник резинщик. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты / под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО «Изд. дом «Техинформ» МАИ», 2012. 744 с.
2. Тинякова, Е.И., Яковлева В.А. Некоторые новые аспекты стереоспецифической полимеризации бутадиена и изопрена на координационных катализаторах/ Высокомолекулярные соединения. 2003, Серия Б., Т.45. №8.С.1363-1383.
3. Аверко-Антонович, Л.А. Химия и технология синтетического каучука: учебное пособие / Л.А. Аверко-Антонович и др. М.: КолосС, 2008.360 с.

УДК579.63

Д.С. Сергиевич, асп.; Н.А. Белясова, доц. канд. биол. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ СТЕПЕНИ БИОДЕГРАДАЦИИ ПОЛИЛАКТИДНЫХ ПЛЕНОК

Одним из путей решения проблемы увеличения количества твердых отходов может стать замена синтетических полимеров на биоразлагаемые, подвергающиеся деструкции под влиянием окружающей среды и почвенных микроорганизмов. Примером такого материала является высокомолекулярный полимер молочной кислоты – полилактид (PLA). Использование различных методов получения полилактида и введение в его состав разнообразных добавок, позволяет существенно влиять на срок биодеградации данного материала. Для регистрации скорости биодеструкции новых PLA-производных необходимы надежные экспресс-методы.

Целью исследования является поиск адекватного экспресс-метода оценки скорости и степени биодеградации полилактидных пленок с различными природными наполнителями.

Наиболее часто используемым подходом для оценки степени биодеструкции полимеров является компостирование с последующим

анализом потери массы. Такого рода испытания весьма продолжительны (до 6 мес.), что ограничивает их эффективность.

Для создания экспресс-метода испытания нами отработаны подходы к анализу степени деградации PLA-пленок с помощью методов вискозиметрии и кислотно-основного титрования. Для этого исследовали изменение степени вязкости и накопление молочной кислоты (продукта биodeградации PLA-пленок) в осветленной культуральной жидкости после совместного инкубирования бактерий с порошком полимера. Удовлетворительных зависимостей характеризующих процесс биodeградации полилактида на ранних этапах, получить не удалось.

Наилучшие результаты оценки степени биodeградации PLA-пленок получены с помощью оригинального подхода, в котором оценивается интенсивность обесцвечивания растворов роданида железа за счет вытеснения Fe^{3+} -ионов лактат-ионами. Для разработки этого метода проводится подбор питательных сред с целью минимизировать влияние определенных ионов на результаты реакции.

УДК663.15

И.С. Казловский, мл. науч. сотр.;
Д.В. Бурко, ст. науч. сотр., канд. биол. наук;
А.И. Береснев, ст. науч. сотр., канд. биол. наук;
А.И. Зинченко, проф., д-р биол. наук, член-корр.
(Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск)

СОЗДАНИЕ ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА ХИМЕРНОГО БЕЛКА, ВКЛЮЧАЮЩИЙ АФФИННЫЙ ДОМЕН К ДНК – SSO7D И T7-РНК-ПОЛИМЕРАЗУ

В настоящее время в Республике Беларусь успешно осваивается методический прием получения препаратов протеиновой природы (ферментов, интерферонов, антигенов, антител, гормонов) с использованием генно-инженерного инструментария (выделение и клонирование генов, введение генов в клетки бактерий-реципиентов и наработка продукта протеиновой природы в трансформированных клетках).

Несмотря на существенные успехи, достигнутые в области генно-инженерной биотехнологии, этот подход имеет ряд ограничений. Поэтому, в последнее время в качестве альтернативного инструмента для получения рекомбинантных соединений протеиновой природы приоб-

ретают все большую популярность системы бесклеточного синтеза белка, в частности системы, основанные на лизатах растительных, дрожжевых и, особенно, бактериальных клеток.

Система бесклеточного синтеза белка предусматривает транскрипцию гена и трансляцию мРНК *in vitro* – в лизате клеток, в который вносят рекомбинантную ДНК, аминокислоты, нуклеотиды, кофакторы, функционально важные белки и АТФ-регенерирующую систему. Эндогенные ДНК и мРНК при этом удаляются. К основным функционально важным белкам относится РНК-полимераза бактериофага T7, которая синтезирует мРНК со специфичных сайтов узнавания рекомбинантной ДНК.

Целью данной работы явилось создание штамма-продуцента химерного белка Sso7d-T7-РНК-полимеразы, содержащий ДНК-аффинный домен SSo7d, T7-РНК-полимеразу и октагистидиновый олигопептид, а также получение высокоочищенного препарата фермента с использованием метало-аффинной хроматографии.

В результате выполнения работы ген бактериофага T7, кодирующий РНК-полимеразу и ген *SSO_RS12375*, кодирующий SSo7d-домен, был выделен методом ПЦР и встроен в вектор pET42a(+). Созданной конструкцией были трансформированы клетки *Escherichia coli* BL21(DE3), что привело к получению нового рекомбинантного штамма *E. coli* pET42-T7S – продуцента химерного белка Sso7d-T7-РНК-полимеразы, содержащей на С-конце молекулы октагистидиновый олигопептид. Такая первичная структура фермента, позволяет выделять его из клеточного лизата в одну стадию, используя аффинную хроматографию на смоле Ni-NTA. Полученный штамм-продуцент обладает продуцирующей способностью в отношении растворимой формы Sso7d-T7-РНК-полимеразы около 50 мг/л культуральной жидкости. При этом удельная активность полученного фермента составляет 80 ед/мг белка. Результаты, полученные в данной работе, будут применены для реконструкции системы бесклеточного синтеза белка.

УДК 579.6

О. В. Мелешко, магистр.; Н. А. Белясова, доц., канд. биол. наук
(БГТУ, г. Минск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ В СОСТАВЕ БИОПЛЕНОК К БИОЦИДАМ МЕТОДОМ РЕГИСТРАЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

В борьбе с негативными последствиями формирования биопленок – самой распространенной формой существования бактерий, разрабатываются биоцидные средства. Важным этапом отбора новых синтезируемых соединений, чье действие направлено на ограничение развития биообрастаний, а также биозащищенных материалов, является проверка их на антимикробную активность. Существующие методы изучения жизнеспособности микроорганизмов, которые призваны оценить состояние клеток в составе биопленок, не совершенны и отличаются высокой погрешностью.

Целью исследования является разработка наиболее подходящего метода для оценки чувствительности бактерий, входящих в состав биопленок, к новым, синтезируемым белорусскими институтами, биоцидам.

В основу метода положено инкубирование иммобилизованных на гранулах полипропилена бактерий в присутствии биоцидного препарата и регистрация изменения дыхательной активности клеток. Чтобы получить возможность дифференцировать биоциды по уровню их антибактериальной активности, подобрали условия эксперимента для выделенных из окружающей среды бактерий – активных пленкообразователей.

В результате оценки уровня потребления кислорода клетками двух штаммов бактерий в составе биопленок при воздействии полигексаметиленгуанидина (ПГМГ) в разной концентрации выявлено, что интактные бактерии в составе биопленок быстро расходуют молекулярный кислород в ходе дыхания, в то время как обработанные биоцидом клетки потребляют его с меньшей скоростью. При этом различия в уровне потребления кислорода между бактериями, испытавшими воздействие ПГМГ в концентрации 0,05% и 0,005%, достаточно велики. Оценка дыхательной активности бактерий в составе биопленок обеспечивает в подобранных условиях выявление различий в степени воздействия биоцидов на клетки, что будет положено в основу разрабатываемого метода.

Н. М. Михалко, маг.; О. И. Лазовская, инж.;
О. С. Игнатовец, доц., канд. биол. наук;
В. Н. Леонтьев, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

ПОДБОР УСЛОВИЙ ВВЕДЕНИЯ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕКАРСТВЕННУЮ МАССУ ДЛЯ ПЛАСТЫРЕЙ

Удобство использования пластырей обуславливает все большее их распространение, при этом возникает необходимость совершенствования существующих и разработка новых составов для получения качественного и конкурентоспособного лекарственного средства.

Объектом исследования в данной работе является пластырь мазольный на тканевой основе ООО «ГалтеяФарм», основным лекарственным компонентом которого является салициловая кислота. Цель работы заключается в подборе условий введения салициловой кислоты в лекарственную основу пластыря для улучшения качества готовой продукции. Физико-химические свойства салициловой кислоты, вызвали проблему введения ее в основу для пластыря, которая заключается в кристаллизации салициловой кислоты. Для решения данного вопроса рассматривались два основных пути: механическое растирание и растворение в высококипящем органическом растворителе. Растирание не дало необходимых результатов, так как при последующем нагревании происходит перекристаллизация салициловой кислоты в лекарственной основе пластыря.

Применение высококипящих органических растворителей позволяет создать гомогенную систему. К числу таких растворителей относится диметилсульфоксид (ДМСО), который представляет собой бесцветную жидкость без запаха, является важным биполярным апротонным растворителем. Из-за высокой температуры кипения ДМСО крайне медленно испаряется при нормальном атмосферном давлении. ДМСО разрешен к использованию в фармацевтической практике, в частности нами использовалось медицинское лекарственное средство «Димексид-ФТ», которое применяется в медицине в качестве противовоспалительного и анальгетического средства, и как растворитель для инъекционных лекарственных средств. Введение ДМСО в состав лекарственной основы позволило получить гомогенную систему, в которой отсутствуют кристаллы салициловой кислоты.

УДК676.22.017

И. К. Хацкевич, начальник отдела товароведческих экспертиз
(ООО «Судебно-товароведческой коллегии», г. Минск)

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

ОСОБЕННОСТЬ И НОВИЗНА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИЗЫ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ТР ТС 017 И ТР ТС 025

В настоящее время были разработаны технический регламент Таможенного союза «О безопасности мебельной продукции» (ТР ТС 025/2012) и технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011).

Экспертная практика показывает, что при производстве экспертизы на новую мебель предоставление документа, подтверждающего соответствие мебельной продукции требованиям технического регламенте ТР ТС 025/2012 не всегда дает полную картину о качестве исследуемых изделий по следующим причинам.

Мебель, кроме деталей из древесины и древесных материалов имеет фурнитуру (металлическую, пластмассовую), детали из стекла, зеркала, покрытия из кож (натуральной, искусственной) и текстильных материалов, могут быть укомплектованы встроенными электроосветительными приборами, бытовой техникой, электротехническим оборудованием и электроприводами (далее электроприборами).

В требованиях ТР 025/2012 предусмотрена безопасность мебельной продукции с необходимым уровнем защиты от травм при эксплуатации в том числе и на фурнитуру, стекла, зеркала.

Так же ТР 025/2012 предусмотрен необходимый уровень электрической безопасности встроенных в мебель электроприборов, которые должны соответствовать требованиям технического регламента Таможенного союза 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

При производстве экспертиз, как правило, производители и продавцы мебельной продукции, товаров легкой промышленности на экспертизу предоставляют только протоколы испытаний, предусмотренных ТР 025/2012и ТР 017/2011. А если возникает вопрос в отношении качества используемых материалов и комплектующих, то каких-либо документов подтверждающих их качество, не имеется. Поскольку данная практика довольно распространена, то возникает необходимость в дополнительных разъяснениях по использованию технических регламентов, как документов, подтверждающих качество изготовленной продукции.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ

В процессе производства спирта из зернового сырья образуется значительное количество отходов производства – послеспиртовой жидкой барды, которая при сбросе в стоки вызывает загрязнение окружающей среды. В то же время, барда обладает известной питательной и кормовой ценностью, поскольку именно в барде остается весь белок зерна после того, как крахмалистые компоненты переработаны в этанол. В сельском хозяйстве многих стран широко применяются продукты на основе барды, содержащие протеин, легкоперевариваемые углеводы, витамины, микро- и макроэлементы. С ростом объемов производства этилового спирта, в том числе из-за расширения его применения в качестве биотоплива, проблема переработки послеспиртовой барды приобретает большую экологическую значимость.

В настоящее время предлагаемые технологии переработки барды можно условно разделить на четыре основные технологические схемы:

- получение сухой барды с использованием процессов центрифугирования, упаривания и сушки;
- аэробная микробиологическая переработка жидкой фазы барды с получением белоксодержащего кормового продукта;
- анаэробная переработка барды в метантенках с получением биогаза;
- комбинированные схемы, включающие механическое разделение барды, аэробную переработку фугата и анаэробное сбраживание отработанной культуральной жидкости и другие способы переработки и использования барды, в том числе в качестве удобрений, добавок в строительные материалы и т.д.

При выборе одного из направлений для внедрения в производство необходимо знать преимущества и недостатки каждого из них, поэтому для выбора рациональной технологии переработки послеспиртовой барды произведен сравнительный технико-экономический анализ технологических схем, разработанных и (или) нашедших применение в мировой практике. Большое внимание уделено энергозатратам на переработку барды, определяющим себестоимость продукции и экономическую целесообразность производства.

УДК 543.429.23:634.739.2+634.739.3

Е.Д. Скаковский, канд. хим. наук, доц.;
Л.Ю. Тычинская, канд. хим. наук, вед. науч. сотр.;
Д.Н. Латышевич, мл. науч. сотр.
(ИФОХ НАН Беларуси, г. Минск);
С.Н. Шиш, науч. сотр.
(Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск);
С.А. Ламоткин, канд. хим. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

ЯМР АНАЛИЗ СОКА И ЭКСТРАКТОВ СЕМЯН КЛЮКВЫ

Клюква относится к группе цветковых растений семейства Вересковых. Ягоды всех видов клюквы съедобны, активно используются в кулинарии и пищевой промышленности. Их применяют как противогинготное средство, при простудных заболеваниях, ревматизме, ангине, авитаминозах и т.д. В последнее время находят широкое применение ягоды клюквы крупноплодной, специально выращиваемой на различных участках.

Цель данного исследования – сравнительный анализ сока и экстрактов семян клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* L.) и клюквы крупноплодной сорта Стивенс (*Oxycoccus macrocarpus* Ait, 'Stevens'). Сок предварительно упаривали досуха, а затем остаток растворяли в D₂O. Экстракцию семян проводили с использованием CDCl₃ и D₂O. Спектры ЯМР на ядрах ¹H и ¹³C записаны на спектрометре AVANCE-500 (Bruker) рабочими частотами 500 и 125 МГц для ядер ¹H и ¹³C, соответственно, при температуре 293 К.

В соке ягод обнаружены следующие сахара: глюкоза, фруктоза и сахароза, а в соке клюквы болотной дополнительно сорбитол. Из кислот в значительных количествах присутствуют лимонная, яблочная, хинная и бензойная, которой больше в клюкве болотной.

Хлороформенные экстракты семян содержат триацилглицериды, в составе которых присутствуют остатки линолевой, α-линоленовой, олеиновой и насыщенных кислот приблизительно в одинаковых количествах для обоих видов клюквы. При этом олеиновая и линолевая кислоты в молекулах триацилглицеридов занимают предпочтительно центральное положение, а α-линоленовая – крайние.

В водных экстрактах семян идентифицированы углеводы: сахароза, галактоза, глюкоза и фруктоза и аминокислоты: гистидин, фенилаланин, тирозин, γ-аминомасляная кислота, пролин, лизин, аргинин, аланин, треонин, валин, изолейцин и лейцин.

С. А. Ламоткин, доц., канд. хим. наук, доц.;
А.Н. Никитенко, канд. техн. наук, ст. преп.; М.И. Леснева, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ТЕРМОДЕСТРУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И КУПАЖЕЙ В ПРИСУТСТВИИ КИСЛОРОДА И ИНЕРТНОЙ СРЕДЕ

Широкое использование растительных масел при производстве продуктов питания обусловлено их консистенцией, текстурой и пищевой ценностью. Питательная ценность масел определяется жирнокислотным составом и распределением жирных кислот в молекуле триацилглицерина. Особая роль принадлежит содержанию полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК): линолевой, линоленовой и др. – важному фактору питания человека.

Практически всегда при получении жировых продуктов растительные масла подвергаются температурному воздействию, которое повышает интенсивность протекания окислительных процессов. Поскольку растительные масла различаются между собой по составу жирных кислот, целью исследований было изучить термическое окисление растительных масел перспективных для создания жировых продуктов в условиях инертной среды.

Объектами исследования были кукурузное, льняное, рапсовое и рыжиковое масла. Термоокислению масла подвергались при температуре 100, 150 и 180 °С в течении 6 часов, при активном аэрировании азота и без него. Процесс окисления оценивали, измеряя кислотное (по ГОСТ 5476) и перекисное числа (по СТБ ГОСТ Р 51487). Пробы отбирали каждый час. Также в растительных маслах определяли содержание ПНЖК методом ГЖХ на приборе «Хроматэк Кристалл 5000», оснащенном ПИД детектором, кварцевой капиллярной колонкой длиной – 100 м, диаметром – 0,25 мм, с нанесенной фазой – цианопропилфенилполисилоксан, газ-носитель – азот, объем вводимой пробы – 1 мкл.

Сравнивая полученные результаты можно сделать следующие выводы. Наличие инертной среды снижает интенсивность процессов термического окисления, которое обусловлено, в большей степени, присутствием внутреннего кислорода, расходуемого на образование продуктов. Более интенсивное образование продуктов окисления было характерно для рыжикового и льняного масел.

С. А. Ламоткин, доц., канд. хим. наук, доц.;
А.Н. Никитенко, канд. техн. наук, ст. преп.; В.О. Мартинчик, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА КИСЛОРОДА НА ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В процессе получения растительных масел и производства продуктов на их основе практически всегда происходит температурное нагревание, которое повышает интенсивность протекания процессов окисления и влияет на показатели качества растительных масел. Поэтому, целью работы было исследовать влияние кислорода на процесс окисления масел растительных под действием температуры.

В качестве объектов исследования использовали льняное, рапсовое и рыжиковое масла. Термическому окислению масла подвергались при температуре 100 °С в течении 6 часов, при активном аэрировании кислородом воздуха и без него. Процесс окисления масел оценивали по величине кислотного (ГОСТ 5476) и перекисного чисел (СТБ ГОСТ Р 51487), отбирая пробы масел с периодичностью 1 ч. Также в растительных маслах определяли содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Для осуществления метода использовали газовый хроматограф «Хроматэк Кристалл 5000» с ПИД детектором, капиллярной кварцевой колонкой длиной 100 м, диаметром – 0,25 мм, нанесенной фазой – цианопропилфенилполисилоксан. Газ-носитель – азот, объем вводимой пробы – 1 мкл. Условия детектирования: начальная температура термостата колонок – 140°С в течении 4 мин, затем программированный подъем температуры до 180°С (3 °С/мин), изотермический режим в течение 40 мин. Далее программированный подъем температуры до 240°С (3 °С/мин) и изотермический режим 25 мин.

В результате проведенных исследований определено, что при увеличении времени нагрева, происходит увеличение кислотного и перекисного чисел, как в присутствии, так и в отсутствии кислорода. Значения кислотного и перекисного чисел в присутствии кислорода выше, чем при термоллизе без его дополнительного введения. Сравнивая протекание процессов для каждого из рассмотренных масел, можно сделать вывод о том, что более глубоким изменениям подвергаются льняное и рыжиковое масла.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ РЕДУКТАЗНОЙ ПРОБЫ

Для контроля химической безопасности сточных вод необходимы простые и эффективные методы определения их токсичности. Редуктазная проба (РП) основана на способности микроорганизмов обесцвечивать редокс-красители. Она нашла широкое применение в молочной промышленности для экспресс-контроля бактериальной загрязненности молока и обнаружения в нем ингибиторов [1, 2].

В случае действия токсичных веществ на тест-культуру клеток она погибает и на процесс обесцвечивания красителя накладывается процесс гибели клеток, что влияет на показания РП и требует обоснования ее использования для обнаружения токсичных веществ.

Цель работы – выяснение возможности применения РП для оценки токсичности водной среды.

Редуктазную пробу проводили в соответствии с [2], но в качестве тест-объекта использовали суточную культуру бактерий *E. coli* в питательном бульоне, содержащем 10^5 – 10^8 кл/мл. Веществами токсичными для клеток *E. coli* служили водные растворы антибиотика тилозина, соли $CdCl_2$ в диапазоне концентраций 0,001–10 мкг/мл. В работе оценивали время обесцвечивания раствора красителя метиленового синего (МС), а также скорость изменения его оптической плотности (D_{660}) в зависимости от концентрации токсичных веществ в водной среде. Спектры поглощения образцов записывали на спектрофотометре СФ-26. Статистическую обработку результатов измерений проводили с использованием программы Microsoft Excel.

В работе показано, что результаты РП сильно зависят от содержания живых клеток и степени токсичности веществ. Определение времени обесцвечивания МС недостаточно удобный показатель оценки безопасности среды из-за увеличивающейся длительности анализа с ростом концентрации токсичных веществ. Предложен способ оценки токсичности водных сред, основанный на анализе скорости обесцвечивания МС, позволяющий за 10 мин определить присутствие антибиотика тилозина и ионов кадмия на уровне их ПДК и ниже.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9225-84. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа.
2. ГОСТ 23454-79. Молоко. Методы определения ингибирующих веществ.

Е. Д. Скаковский, канд. хим. наук, доц.;
Л. Ю. Тычинская, канд. хим. наук, вед. науч. сотр.
(ИФОХ НАН Беларуси, г. Минск)
С. Н. Шиш, науч. сотр.;
А. Г. Шутова, канд. биол. наук, доц., вед. науч. сотр.
(Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск)
С. А. Ламоткин, канд. хим. наук, доц.
(БГТУ, г. Минск)

ЯМР АНАЛИЗ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ СЕМЯН РАСТЕНИЙ РОДА *Nigella* L.

Растения рода *Nigella* L., семейства *Ranunculaceae* широко известны как лекарственные и пряно-ароматические культуры. Сырьем у них являются семена, богатые различными жирными кислотами и другими биологически активными компонентами. Цель настоящего исследования – качественный и количественный анализ водных экстрактов семян растений рода *Nigella* L. методом ЯМР.

Для анализа использовали воздушно сухие семена чернушки дамасской (*Nigella damascena* L.), чернушки посевной (*Nigella sativa* L.), а также чернушки восточной (*Nigella orientalis* L.). Экстракция осуществлялась дейтерированной водой (D₂O). Спектры ЯМР растворов в D₂O зарегистрированы на спектрометре AVANCE-500 (Bruker) с рабочими частотами 500 и 125 МГц для ядер ¹H и ¹³C, соответственно, при температуре 293 К. В качестве внутреннего стандарта использовали добавленный в раствор *трет*-бутиловый спирт. Экспериментальные данные обработаны с помощью пакета программ XWIN – NMR 3.5.

Установлено, что экстракты трех видов рода *Nigella* различаются по составу незначительно. В исследованных образцах обнаружены следующие аминокислоты: триптофан, фенилаланин, тирозин, γ -аминомасляная кислота, аспарагин, глутамин, пролин, лизин, треонин, валин, изолейцин, лейцин. Также установлено содержание моносахаридов – глюкозы, фруктозы, галактозы и дисахарида – сахарозы. Определено количественное содержание компонентов в исследованных экстрактах. Преобладающими аминокислотами у *N. Sativa* являлись: γ -аминомасляная кислота, пролин, треонин, у *N. damascena* – γ -аминомасляная кислота, аспарагин, глутамин, у *N. orientalis* – треонин, пролин, валин. В экстрактах среди идентифицированных компонентов преобладают сахара \approx 50%, на долю аминокислот приходится 14-19%.

Е.Ф. Чернявская, ассист.;
Н.А. Беясова, доц., канд. биол. наук; Н.В. Монида, студ.
(БГТУ, г. Минск)

МЕТОД ОЦЕНКИ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ БИОЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ОСНОВАННЫЙ НА РЕГИСТРАЦИИ РЕДУКТАЗНОЙ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ В СОСТАВЕ БИОПЛЕНОК

К настоящему времени накопилось значительное количество данных о том, что микроорганизмы в естественных условиях обитания существуют преимущественно в виде достаточно сложно организованных микробных сообществ, получивших название «биопленки». Сутью формирования биопленки является защита находящихся в ней микроорганизмов от неблагоприятных физических, химических и биологических факторов внешней среды.

Этот факт является веской причиной разработки средств и методов, влияющих на формирование либо разрушение биопленок.

Методы, основанные на метаболической активности клеток, являются превосходными кандидатами для количественной оценки жизнеспособных микроорганизмов в биопленках. Наиболее часто используемой и легче всего детектируемой является окислительно-восстановительная (ОВ) способность клеток, которой обладают все микроорганизмы. Из литературных данных известно, что хорошие результаты при оценке ОВ активности клеток можно получить, основываясь на их способности восстанавливать неокрашенные соли тетразолия в ярко красный формазан. В ходе исследования удалось подобрать оптимальные условия проведения эксперимента по оценке антимикробных свойств препаратов, воздействующих на бактерии в составе биопленок: экстрагент формазана (этанол), продолжительность совместного культивирования тест-бактерий с солями тетразолия (3,5 ч) и с биоцидным препаратом (4 ч).

Разработанный метод пригоден для оценки воздействия антимикробных препаратов на бактерии в составе биопленок. Преимуществом разработанного метода является более высокая информативность и точность по сравнению с методом, основанном на восстановлении метиленового синего. Недостатком метода является многостадийность и длительность анализа.

Е.Ф. Чернявская, ассист.;
Н.А. Белясова, доц., канд. биол. наук; Г.Л. Вериго, студ.
(БГТУ, г. Минск)

АНАЛИЗ СОСТАВА МИКРОБИОТЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЦЫПЛЯТ БЕЛОРУССКИХ ПТИЦЕФАБРИК

Желудочно-кишечный тракт животных и птиц с упрощенной пищеварительной системой, таких как куры, содержит огромное количество разнообразных видов микроорганизмов. Эксперименты, проведенные со стерильными животными, убедительно доказали, что микробиота ЖКТ оказывает огромное влияние на развитие цыплят: от ее состава зависит как общая физиология кишечника, так и иммунологические, пищеварительные и защитные функции организма.

Задачами исследования являлись качественный и количественный анализ состава микробиоты ЖКТ цыплят, определение групп микроорганизмов, преобладающих в пищеварительной системе молодняка кур и выявления перспективных бактерий, составляющих основу пробиотического препарата для кур.

Анализируемыми источниками служили пробы помета цыплят разного возраста, отобранные непосредственно перед анализом из нескольких птичников Смолевической птицефабрики и 1-ой Минской птицефабрики (а.г. Большевик). Из проб помета Смолевической птицефабрики в виде чистых культур выделены 159 штаммов доминирующих бактерий; 1-ой Минской – 302 штамма. Изоляты подвергали характеристике, чтобы выяснить долю преобладающих крупных групп прокариот в ЖКТ цыплят.

На основании проведенных исследований установлено, что в ЖКТ птиц преобладают бактерии двух филогенетических ветвей: *Firmicutes* и *Proteobacteria*. Наиболее широко представлены в микробиоте цыплят белорусских птицефабрик молочнокислые бактерии родов *Enterococcus* и *Streptococcus*. Кроме того, в состав микробиоты ЖКТ входят пигментированные микроорганизмы, способные к синтезу каротиноидов. Создание комбинированного пробиотического препарата на основе микроорганизмов этих двух групп (молчнокислые и каротиноидообразующие бактерии) позволит повысить благотворный эффект, оказываемый пробиотиком на цыплят.

Е. В. Мониц, магистрант;
Н. А. Белясова, доц., канд. биол. наук (БГТУ, г. Минск)

РАЗНООБРАЗИЕ «НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ» МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ D-КЛАССА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ

Цель исследования состояла в выделении и характеристике микроорганизмов чистых помещений цеха по производству жидких лекарственных форм СООО «Лекфарм». Изоляты бактерий и грибов были собраны из промышленных чистых помещений во время регулярного гигиенического мониторинга среды воздуха, поверхностей чистых помещений D-класса за двухмесячный период 2017 - 2018 гг. (декабрь 2017, январь 2018). Среди них были определены «нежелательные» для производства микроорганизмы. При определении их учитывался следующий критерий: способность образовывать устойчивые формы (эндоспоры у бактерий, споры у грибов).

Изоляты, выделенные из производственной среды, идентифицированы как представители следующих родов: *Micrococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Corinebacterium* spp., *Bacillus* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. Среди них к «нежелательным» микроорганизмам относятся: *Bacillus* spp., *Aspergillus flavus*, *Penicillium expansum*, *Penicillium cyclopium*.

Присутствие данных микроорганизмов в помещениях D-класса является допустимым. Неприемлемыми являются случаи попадания «нежелательных» микроорганизмов в помещения, относящиеся к более высоким классам чистоты (классам А, В и С), где осуществляется приготовление препарата и его асептическое наполнение. Во избежание таких случаев предпринят ряд мер: создание перепада давлений между разными классами чистоты, использование различной технологической одежды для каждого класса и отработанных процедур переодевания, применение эффективных дезинфицирующих средств, использование для очистки воздуха НЕРА-фильтры.

Обнаружение «нежелательных» микроорганизмов позволило улучшить существующие процедуры переодевания, программы обучения персонала. Выделенные изоляты в дальнейшем будут использоваться для проверки эффективности дезинфицирующих средств, используемых для D-класса.

В.М. Менча, магистрант;
Д.И. Демид, нач. цеха по производству ЖЛФ;
В. Н. Леонтьев, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РАЗРАБАТЫВАЕМОГО НА ПРЕДПРИЯТИИ
СООО «ЛЕКФАРМ» ДЖЕНЕРИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА
НА ОСНОВЕ ЗОЛЕДРОНОВОЙ КИСЛОТЫ
С ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ АНАЛОГАМИ**

Препараты на основе золедроновой кислоты влияют на структуру и минерализацию костной ткани и применяются при лечении остеопороза и костной болезни Педжета у взрослых. Их применение снижает риск переломов при остеопорозе [1]. В связи с преобладающим старением населения в Республике Беларусь растёт и число больных остеопорозом, следовательно, возникла необходимость в отечественных препаратах для лечения и профилактики остеопороза. Бисфосфонаты это класс соединений, предотвращающих потерю костной массы и используемых для лечения остеопороза и аналогичных заболеваний. Золедроновая кислота является наиболее активным бисфосфонатом, что позволяет уменьшить продолжительность её введения в 4-8 раз в сравнении с предшествующим бисфосфонатом.

Отечественными аналогами оригинальных препаратов «Аккласта» и «Зомета» являются порошки лиофилизированные для приготовления растворов для инфузий – «Белкласта» и «Золедроновая кислота». На заводе «Лекфарм» разрабатывается препарат на основе золедроновой кислоты «Золедрон-ЛФ», он выпускается в форме концентрата для приготовления растворов для инфузий. Жидкая форма препарата имеет ряд преимуществ перед лиофилизированной. Производство жидкой формы препарата на основе золедроновой кислоты менее энергозатратно, более производительное и имеет более простое аппаратное оформление. Эти особенности не снижают качества производимого препарата в сравнении с белорусским аналогом. К тому же применение жидкого концентрата «Золедрон-ЛФ» ведёт за собой меньшее количество посторонних действий, увеличивающих риск микробной контаминации инфузионного средства. Микробная контаминация растворов для инфузий ведёт за собой заражение всего организма и приносит ему много вреда, включая летальный исход.

ЛИТЕРАТУРА

1 Shane E (May 2010). «Evolving data about subtrochanteric fractures and bisphosphonates». N. Engl. J. Med. 362 (19): 1825–7.

УДК 573.6: 577.158: 579.66

Н.И. Чешейко, магистрант; О.С. Игнатовец, канд. биол. наук;
Д.С. Глинник, студ. (БГТУ, г. Минск)

ИЗУЧЕНИЕ БИОДЕГРАДАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ 2,4-ДИХЛОРФЕНОКСИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ТРИБЕНУРОН-МЕТИЛА ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Среди химических средств защиты растений наибольшую практическую значимость имеют галогенорганические ядохимикаты, а также гербициды на основе сульфонилмочевины. Остаточные количества указанных ксенобиотиков долгое время определяются в окружающей среде и приводят к различного рода негативным последствиям для биологических организмов. Одним из приемов экологической биотехнологии является целенаправленное использование бактерий-деструкторов в процессах ремедиации почв сельскохозяйственного назначения. В связи с этим, целью научной работы являлось изучение деградации пестицидов на основе 2,4-Д и производных сульфонилмочевины при их совместном применении культурами микроорганизмов-деструкторов. На кафедре БТ и БЭ БГТУ создана коллекция почвенных бактерий, использующими 2,4-Д и производные сульфонилмочевины в качестве источников углерода. Выделенные штаммы были проверены по культурально-морфологическим и физиолого-биохимическим характеристикам. В результате установлена принадлежность выделенных бактерий к родам *Bacillus* sp. и *Pseudomonas* sp.

Динамику превращения ксенобиотиков в периодической культуре изучали с помощью метода ВЭЖХ-МС, используя пестициды (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и трибенурон-метил) в качестве ростового субстрата бактерий-деструкторов. В течении первых шестидесяти часов деградация 2,4-Д бактериями-деструкторами шла активно и составила порядка 73 %. Остаточное количество 2,4-Д в среде составляло порядка 12%, дальнейшее разложение ксенобиотика шло довольно медленно и полного исчезновения из среды не наблюдалось. Содержание трибенурон-метила в среде к окончанию культивирования составило порядка 50 %.

Таким образом, в процессе выполнения НИР получены следующие результаты: описаны, морфологические и культуральные признаки наиболее активных штаммов бактерий-деструкторов; разработана методика хроматографического определения содержания 2,4-Д и трибенурон-метила в культуральной жидкости; установлено, что выделенные бактерии могут применяться в технологиях ремедиации почв, загрязненных пестицидами на основе 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и трибенурон-метила.

УДК543.544.45

С. В. Черепица, вед. науч. сотр., канд. физ.-мат. наук
(ИЯП БГУ, г. Минск);

С. С. Ветохин, зав. кафедрой, канд. физ.-мат. наук;
Н. И. Заяц, доц., канд. техн. наук;

О. В. Стасевич, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск).

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ МЕТОДИКИ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ВОДНО-ЭТАНОЛЬНЫХ СМЕСЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МЕЖЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Нормируемые в алкогольной продукции токсичные микропримеси (ацетальдегид, метилацетат, этилацетат, метиловый, изопропиловый, пропиловый, изобутиловый, бутиловый, изоамиловый спирты) определяют газовой хроматографией методами внутреннего стандарта с использованием пентан-1-ола (ЕС 2870/2000) и абсолютной калибровки (СТБ ГОСТ Р 51698-2001). Нами была разработана газохроматографическая методика (МВИ) количественного анализа этих компонентов с применением в качестве внутреннего стандарта этанола, который содержится в алкогольной продукции.

Целью данной работы является оценка показателей точности разработанной методики по результатам межлабораторного эксперимента, в котором участвовало 6 аккредитованных лабораторий Республики Беларусь. Были проведены экспериментальные исследования 5-ти образцов, приготовленных из чистых реактивов, по два параллельных измерения в каждой лаборатории. Обработка результатов осуществлялась по двум стандартным методам и по разработанной методике. В соответствии со стандартами серии ИСО 5725 были рассчитаны стандартное отклонение повторяемости и воспроизводимости, смещение и расширенная неопределённость измерений.

Было установлено, что рассчитанные показатели точности разработанной методики по определению токсичных микропримесей, находятся на уровне аналогичных показателей методики, установленной Регламентом Евросоюза ЕС 2870/2000, и значительно выше показателей точности результатов, полученных по СТБ ГОСТ Р 51698-2001. Так среднее значение расширенной неопределенности ($k=2$, $P=0,95$) при определении токсичных микропримесей по МВИ и ЕС 2870/2000 составляет 15 %, при определении по СТБ ГОСТ Р 51698-2001 – 25 %.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ФЕРУЛОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Наиболее часто для извлечения биологически активных веществ (БАВ) из растительного сырья применяют экстракционные технологии с использованием жидкого растворителя. Особый интерес для выделения БАВ представляет собой сверхкритическая флюидная экстракция (СФЭ), которая осуществляется, как правило, диоксидом углерода в сверхкритическом (в виде флюида) состоянии с или без добавления растворителя, увеличивающего полярность экстрагирующего флюида. Такой тип экстракции дает возможность осуществлять селективную экстракцию целевых БАВ, и таким образом получать экстракты из растительного сырья определенного состава.

Цель работы – провести сравнительный анализ эффективности жидкостной и сверхкритической флюидной (СФЭ) экстракции биологически активной феруловой кислоты (ФК) из свекловичного жома.

Общий процесс выделения феруловой кислоты включал в себя стадии высушивания, измельчения свекловичного жома, его щелочно-го и последующего кислотного гидролиза, нейтрализации, экстракции, концентрирования на роторном испарителе. При проведении жидкостной экстракции соотношение растительного сырья, водной фазы и этилацетата составляло 1 : 13,5 : 13,5. Сверхкритическую флюидную экстракцию проводили диоксидом углерода с добавлением 0,5% водного раствора этанола в качестве со-растворителя при температуре 47 °С и давлении 165–350 атм. Количественное и качественное определение ФК в полученном экстракте было проведено методами тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Было выявлено, что сверхкритическая флюидная экстракция является более селективным методом по сравнению с методом традиционной жидкостной экстракции и позволяет извлекать ФК только с 4 сопутствующими компонентами, в то время как жидкостная экстракция осуществляет извлечение не менее 10 компонентов, включая ФК.

Таким образом, метод СФЭ позволяет получать фракцию феруловой кислоты с чистотой 10,025 % (мас.), что выше чем при использовании жидкостной экстракции (8,92% (мас.)). Однако, СФЭ феруловой кислоты из свекловичного жома обеспечивает ее выход в 66,5 раз ниже выхода экстракта, полученного традиционным жидкостным способом извлечения, и поэтому является неэффективной.

О. А. Новосельская, доц., канд. техн. наук;
И. А. Хмызов, доц., канд. техн. наук;
А. А. Пенкин, доц., канд. техн. наук;
Т. В. Соловьева, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ В СТРУКТУРЕ ПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ

В технологии изготовления печатных видов бумаги особый интерес представляет влияние структуры бумаги на ее печатные свойства: взаимодействие с краской (например, по показателям оптической плотности оттиска, однородности и контраста печати, красковосприимчивости), воспроизводимость элементов (по показателям разрешающей и выделяющей способности, растискивания), особенности работы в режиме печати (несовмещение при печати, скольжение, стойкость поверхности к выщипыванию). В числе перечисленных показателей единственным принятым к определению по ГОСТ 9094 среди печатных является стойкость поверхности к выщипыванию [1]. В то же время, в перечень свойств включен ряд таких показателей как линейная деформация при увлажнении, гладкость, впитываемость при одностороннем смачивании, степень проклейки, белизна, которые характеризуют бумагу с позиции ее физико-механических и оптических свойств. Исследований в направлении анализа технологических факторов процесса изготовления бумаги и комплекса ее печатных свойств сравнительно мало и они, как правило, затрагивают узкие аспекты производства бумаги, например, влияние только наполнения или поверхностной проклейки.

В настоящей работе проведено моделирование технологического процесса изготовления бумаги и его влияния на комплекс физико-механических и печатных свойств. По методу множественной ранговой корреляции проведено установление наиболее значимых технологических факторов с позиции их влияния на взаимодействие с краской, оцененное по комплексу печатно-технических свойств. Выявлено, что к числу наиболее значимых относятся типы наполнителя и поверхностной проклейки, а также ее состав по волокну. Сходимость модели оценена по коэффициенту конкордации Кендалла и составила 90,8%, что означает, что построенная модель адекватна и позволяет в дальнейшем управлять комплексом печатных свойств бумаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9094-89. Бумага для печати офсетная. Технические условия – Введ. 01.07.1990. – М. : Издательство стандартов, 1989.