

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



***НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ***

**XIV СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
ФАКУЛЬТЕТА  
ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

приурочена к 90-летию основания  
Белорусского государственного  
технологического университета

**Тезисы докладов**

**30 ноября – 4 декабря 2020 года**

Минск 2020

УДК 001:005.745(06)

**Наука – шаг в будущее** : тез. докл. XIV студенческой науч.-практ. конф. факультета технологии органических веществ, Минск, 30 ноября – 4 декабря 2020 г. – Минск : БГТУ, факультет ТОВ, 2020. – 91 с. – ISBN 978-985-530-865-3.

Сборник составлен по материалам докладов XIV студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, приуроченной к 90-летию основания Белорусского государственного технологического университета, проведенной 30 ноября–4 декабря 2020 г. Содержит результаты научных исследований учащихся, студентов, магистрантов и аспирантов, посвященных актуальным вопросам биотехнологии, химической технологии переработки древесины, органических веществ, материалов и изделий, методам и приборам контроля качества продукции, синтезу и исследованиям новых неорганических веществ и материалов, изучению электрохимических процессов, охране труда и основам безопасности жизнедеятельности.

Сборник предназначен для использования учащимися, студентами, магистрантами, аспирантами и преподавателями.

Тексты представлены в авторской редакции.

**ISBN 978-985-530-865-3**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2020

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

**Радченко Ю.С.** – декан факультета технологии органических веществ, доц., канд. техн. наук.

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

**Пенкин А.А.** – заместитель декана по учебной и научной работе, доц., канд. техн. наук.

### ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

**Стасевич О.В.** – ответственный за научно-исследовательскую работу студентов факультета технологии органических веществ, доц., канд. хим. наук.

**Остроух О.В.** – руководитель студенческой учебно-научно-исследовательской лаборатории «Биотехнологические исследования» кафедры биотехнологии, доц., канд. техн. наук.

**Глоба А.И.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Технология полимерных композиционных материалов», доц., канд. хим. наук.

**Дубоделова Е.В.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Качество и безопасность продукции» кафедры физико-химических методов сертификации продукции, доц., канд. техн. наук.

**Герман Н.А.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Химия и технология переработки растительного сырья» кафедры химической переработки древесины, ассит., канд. техн. наук.

**Михалёнок С.Г.** – зав. кафедрой, руководитель научного кружка кафедры органической химии, доц., канд. хим. наук.

**Грушова Е.И.** – руководитель научного кружка кафедры нефтегазопереработки и нефтехимии, проф., д-р техн. наук.

**Ковганко В.Н.** – руководитель научного кружка кафедры физической, коллоидной и аналитической химии, доц., канд. хим. наук.

**Гармаза А.К.** – руководитель научного кружка кафедры безопасности жизнедеятельности, доц., канд. техн. наук.

**Подручный М.В.** – руководитель научного кружка кафедры философии и права, ассист.

**Кислюк Т.Г.** – студент, секретарь конференции.

## СОДЕРЖАНИЕ

Жолнеркевич В.И., Шапова А.С. РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИОННЫХ СВОЙСТВ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНА В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ.....	7
Кручик В.И., Хатько И.Н. ОКИСЛЕНИЕ НЕФТЯНОГО ГУДРОНА СОВМЕСТНО С ДОБАВКОЙ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА.....	8
Хаинский М.А., Лемеза Е.А. МОДИФИКАЦИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ.....	9
Цалко В.В., Павлюк К.И. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СИНТЕЗА 1-(2-АМИНОЭТИЛ)-2-ГЕПТАДЕЦИЛ-2-ИМИДАЗОЛИНА.....	10
Монид В.А., Новгородская А.А., Ковалевский А.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КОНЦЕНТРАТА В СИНТЕЗЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ.....	11
Кугач В.В., Карасёва М.Д. ПЛАСТИФИКАЦИЯ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ОТРАБОТАННЫМИ МАСЛАМИ.....	12
Листопадова А.А., Кузнецова Д.А. ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА КОСТЮКОВИЧСКОГО РАЙОНА БЕЛАРУСИ.....	13
Царенко М.Н., Ильчук И.Н. РАДИОНУКЛИДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА...	14
Корольчук К.Ю. ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДОНА НА ЧЕЛОВЕКА И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ.....	15
Прокопчук Д.А., Явтошук А.В. ШУМ – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ.....	16
Прокопчук Д.А., Явтошук А.В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА.....	17
Лобан В.А. РАЗРАБОТКА НОВОГО ВИДА АЗОТНО-ФОСФОРНО-КАЛИЙНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД» .....	18
Островская А.Н. ВНУТРИЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СОИ МЕТОДОМ ПЦР-РВ.....	19
Климец М.Н. ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОТБОРА ПРОБ.....	20
Война Ю.С. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ EFQM НА ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	21
Бурбовский Т.А. ПОЛУЧЕНИЕ ЭТИЛОВЫХ ЭФИРОВ $\pi$ -БРОМКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ.....	22
Бурбовский Т.А. АЛКИЛИРОВАНИЕ ФЕНОЛОВ ЭТИЛОВЫМИ ЭФИРАМИ $\pi$ -БРОМКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ.....	23
Ткаченко А.В. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЕЙПИНГА АРОМАТИЗАТОРОВ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ .....	24
Дрозд Е.А. ПАРАБЕНЫ: СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ.....	25
Авсейко А.Д., Зубик Д.В. СИНТЕЗ N-БЕНЗИЛАНИЛИНА РЕАКЦИЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЕНЗАЛЬАНИЛИНА ТЕТРАГИДРОБОРАТОМ НАТРИЯ.....	26
Пережогина А.Л. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛЕКАРСТВЕННОЙ СУБСТАНЦИИ В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА ЛАКТАТА КАЛЬЦИЯ ПЕНТАГИДРАТА.....	27
Белько Е.В. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СУБСТАНЦИЙ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «АНТИДИАРИН» .....	28
Печко Д.А. ИСТОЧНИК И КОНТРОЛЬ ПРИМЕСЕЙ В СИНТЕЗЕ ЭНАЛАПРИЛА МАЛЕАТА.....	29
Пережогина А.Л., Сягло О.О. SYNTHESIS OF 2,3,11,12-DIBENZO-1,4,7,10,13,16-HEXAOXASUCLOOSTADECA-2,11-DIENE.....	30
Борищук П.Ю., Калейник А.С. СИНТЕЗ 1,2,3,4-ТЕТРАГИДРОЦИКЛОПЕНТА[б]ИНДОЛА.....	31
Савельев А.И. СИНТЕЗ ДИМЕРА N-ПРОПАРГИЛИРОВАННОГО ТЕТРАГИДРОКАРБАЗОЛ-1-ОНА.....	32
Нагорский Т.Ю. ХИТОЗАН.....	33
Волкова Д.А. ЭФИРНЫЕ МАСЛА: ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ.....	34
Каленская Е.И., Кучук И.Д. СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ, ВЫЗЫВАЮЩИХ НИТЧАТОЕ ВСПУХАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА В АЭРОТЕНКАХ ГОРОДСКОЙ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ.....	35
Масехнович А.А. АНАЛИЗ ДЕТОКСИКАЦИИ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ЖЕЛЧИ.....	36
Масехнович А.А. ДЕТОКСИКАЦИЯ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД.....	37
Паршуте Д.А. ПОДГОТОВКА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ К ВЫДЕЛЕНИЮ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ.....	38
Альшевская Л.В., Страх Я.Л. АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ПЛОДАХ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ ( <i>RUBUS CHAMAEMORUS</i> L.) РАЗЛИЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ.....	39
Сасновская К.А., Страх Я.Л. СОДЕРЖАНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЯХ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ.....	40
Минченя А.А. ДЕГРАДАЦИЯ МЕТСУЛЬФУРОН-МЕТИЛА И 2,4-Д БАКТЕРИЯМИ-ДЕСТРУКТОРАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСУБСТРАТОВ.....	41

Кохан А.В. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОЛИМЕРА-СТАБИЛИЗАТОРА И ЕГО КОНЦЕНТРАЦИИ НА РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА.....	42
Синявский В.В., Финогенов Т.А. ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	43
Витебский С.А. ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	44
Сороговец В.В. СОДЕРЖАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ СБРОЖЕННЫХ ОСАДКОВ.....	45
Лукашевич С.О. ДИНАМИКА СНЯТИЯ ХПК СТОЧНЫХ ВОД ПИВНОГО И МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВ ГРАНУЛИРОВАННЫМ АКТИВНЫМ ИЛОМ.....	46
Ортина А.Д., Томчик В.А., Валялкина Е.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ ПОВСЕДНЕВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	47
Хадарович П.В. СКРИНИНГ БАКТЕРИЙ ПО СПОСОБНОСТИ СИНТЕЗИРОВАТЬ ПОЛИСАХАРИДЫ.....	48
Исаченко В.А. КВАЛИФИКАЦИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	49
Закржевская Е.И., Адамцевич Н.Ю. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В ВОРОБЕЙНИКЕ ЛЕКАРСТВЕННОМ.....	50
Александрович П.С., Ермакова О.С. АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЧАЙНОГО ГРИБА ( <i>MEDUSOMYCES GISEVI</i> ).....	51
Ковель А.П. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОЛУБИЧНОГО ЖМЫХА.....	52
Люля А.С. АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.....	53
Масехнович А.А. ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД.....	54
Сосновик Е.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЯГОДНОГО ЖМЫХА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КОНДИТЕРСКОЙ ОТРАСЛИ.....	55
Кравчук В.Н. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ СРЕДСТВ В ФОРМЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ СОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРОВ.....	56
Шнай Е.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ХАЛКОНОВ НА ИХ СПОСОБНОСТЬ УСИЛИВАТЬ АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА БИОЦИДОВ.....	57
Хоменок К.А. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА СОВМЕСТИМОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-11 И ПОЛИЭТИЛЕНА.....	58
Духович Ю.В. ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ.....	59
Казусик Я.П. ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ.....	60
Марач Д.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК В КОМПОЗИЦИЯХ НА ОСНОВЕ ПЭНД.....	61
Липатова Е.А. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЛАКОКРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	62
Пономарева Е.С. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ В СМЕСЯХ ПОЛИАМИД-ПОЛИПРОПИЛЕН.....	63
Белоблоцкая Н.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШИННЫХ РЕЗИН.....	64
Васьков Я.А., Куприянчик Е.В. ПЛАСТОЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ СО СТАБИЛИЗИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	65
Дашкевич С.А. ВЛИЯНИЕ ВИДА ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА СВОЙСТВА ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО КАРТОНА.....	66
Дашкевич С.А. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА НА БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ СУЛЬФАТНОЙ НЕБЕЛЕННОЙ ИЗ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ.....	67
Улитенок А.О. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИСПЕРСНОСТИ ПИГМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ МЕЛОВАНИЯ БУМАГИ И КАРТОНА.....	68
Липницкая А.С., Москаленко Е.А. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ УПАКОВОЧНОЙ БУМАГИ.....	69
Вербовская А.А. УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУМАГИ ПОСРЕДСТВОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ КРАХМАЛАМИ.....	70
Шацких Ю.В., Адамцевич Н.Ю. ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ.....	71
Прибыщук М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ.....	72
Наневич Е.В. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ КОНОПЛЯНОГО МАСЛА НА СТЕПЕНЬ ЕГО ОКИСЛЕНИЯ.....	73
Логвинова А.В. КОНСЕРВИРОВАНИЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ БОБОВЫХ КУЛЬТУР.....	74
Боркина Я.В. СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАНИФОЛЬНО-МАЛЕИНОВЫХ АДДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ.....	75

Лагун А.О. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БУМАГИ-ОСНОВЫ ДЛЯ ГОФРИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПРОКЛЕЙКИ И УПРОЧНЕНИЯ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ.....	76
Николенко А.В. ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОКЛЕИВАЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА И ВЛАГОПРОЧНОЙ СМОЛЫ НА СВОЙСТВА БУМАГИ ДЛЯ ОБОЕВ.....	77
Яровая Е.А. ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАРБОМИДФОРМОЛЬДЕГИДНОГО ОЛИГОМЕРА НА ПРОЧНОСТЬ В СУХОМ И ВО ВЛАЖНОМ СОСТОЯНИИ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО КАРТОНА.....	78
Улитенок А.О. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МЕЛОВАЛЬНЫХ ПАСТ НА СВОЙСТВА ЛЕГКОМЕЛОВАННОЙ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ.....	79
Толстяк А.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСНОГО КОВРА.....	80
Воронов В.Ю., Езубчик Д.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЦВЕТНОСТИ И ОДНОТОННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДВП.....	81
Гришкевич Е.А., Пospelов А.В. КОРРОЗИЯ СТАЛИ СТ316 В ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ ОЗОНСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ.....	82
Журавлева Я.Ю. КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Nd(Ba,Sr)(Fe,Co,Cu)_2O_{5+\delta}$ .....	83
Латыпов Р.С. ФАЗОВО-НЕОДНОРОДНАЯ КЕРАМИКА НА БАЗЕ $Ca_3Co_4O_{9+\delta}$ , ПОЛУЧЕННАЯ ДВУХСТАДИЙНЫМ СПЕКАНИЕМ.....	84
Зиневич Д.В., Поддубская К.В. НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ЗАМЕЩЕННЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ФЕРРИТА ВИСМУТА $ViFeO_3$ .....	85
Потихонин Д.Е., Осипенко М.А. ПОЛУЧЕНИЕ НА АНОДИРОВАННЫХ СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ $Al_2O_3$ /ХИТОЗАН/ $TiO_2$ .....	86
Потихонин Д.Е., Осипенко М.А. МОДИФИКАЦИЯ ПЕРМАНГАНАТОМ КАЛИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА АНОДИРОВАННОМ СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ АД31.....	87
Липпинг Я.А., Касач А.А. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ $Cu-Sn-TiO_2$ .....	88
Супоненко Т.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ «БАРЬЕР-ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЙ» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	89
Дорощук Д.С. МЕТОДЫ АЦИЛИРОВАНИЯ ФЕНОЛА. СИНТЕЗ 4-ГИДРОКСИАЦЕТОФЕНОНА.....	90

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИОННЫХ СВОЙСТВ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНА В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ

Получение товарных масел из нефтяного сырья представляет собой многостадийный процесс, в котором широко используются технологии экстракционного разделения (очистки) масляных фракций.

Цель данной работы состояла в разработке способа интенсификации процесса селективной очистки N-метилпирролидоном (N-МП) вакуумного дистиллята ВД-1, получаемого при вакуумной перегонке мазута в ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Для этого в качестве соэкстрагента к N-МП использовали добавку циклогексанола – промежуточного продукта в производстве  $\epsilon$ -капролактама, синтезируемого в ОАО «ГродноАзот». Исследование проводили по известной методике [1].

В таблице представлены основные результаты исследования.

Таблица – Показатели одноступенчатой селективной очистки вакуумного дистиллята ВД-1

Показатель	ВД-1	Селективный растворитель	
		N-МП	N-МП + 1 мас. % циклогексанола
Выход рафината, мас. %	–	61,23	62,63
Показатель преломления, $n_D^{50}$	1,4910	1,4700	1,4710
Структурно-групповой состав по данным ИК – спектрометрии:			
– условное отношение ароматических структур к парафинистым структурам ( $T_{1600}/T_{720}$ )	0,41	0,19	0,18
– условное содержание ароматических структур ( $T_{1600}/T_{1460}$ )	0,0069	0,048	0,051
– условное отношение полизамещенных моно- и бициклических структур к общему содержанию ароматических структур ( $T_{810}/T_{1600}$ )	1,88	1,96	1,96
– степень парафинистости ( $(T_{720} + T_{1377})/T_{1460}$ )	0,69	0,84	0,89

Согласно данным, представленным в таблице селективная очистка ВД-1 составом N-МП + 1 мас. % циклогексанола позволяет увеличить отбор масляной фракции, очищенной от низкоиндексных компонентов. В очищенном масле несколько возрастает содержание ароматических структур, но при этом уменьшается соотношение ароматических структур к парафиновым, увеличивается условное содержание парафиновых структур.

Таким образом использование для селективной очистки растворителя состава N-МП + 1 мас. % циклогексанола позволяет снизить потери масла на 1,4 % и несколько улучшить его качество.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние природы сырья на эффективность селективной очистки масляных фракций N-метилпирролидоном, содержащего соэкстрагент / Е.И. Грушова [и др.] / Труды БГТУ. Сер. 4 Химия и технология органических веществ. – 2006. – № 14 – С. 39 – 41.

## ОКИСЛЕНИЕ НЕФТЯНОГО ГУДРОНА СОВМЕСТНО С ДОБАВКОЙ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА

При производстве низших алкенов (этилена, пропилена) методом пиролиза углеводородного сырья в значительных количествах образуются жидкие продукты с температурой выкипания 28 – 450 °С и выше. Углеводородный состав жидких продуктов пиролиза различного сырья однотипен и основное направление переработки таких продуктов – получение ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилола) из пироконденсата, выкипающего при 28 – 200 °С. Жидкие продукты пиролиза с температурой выкипания более 200 °С (тяжелая смола пиролиза – ТСП), содержащие в большом количестве жидкости би- и трициклические ароматические углеводороды, чаще всего рассматриваются как сырье для производства темных нефтеполимерных смол.

Исследовалась также возможность использования ТСП в производстве битумных вяжущих [1]. Установлено, что введение ТСП положительно влияет на пластичность битума.

Поскольку в тяжелой смоле пиролиза присутствуют углеводороды с ненасыщенными связями, то представляло интерес исследование влияния таких соединений на окисление нефтяного гудрона в относительно «мягких» условиях, т.е. при температуре 200 °С (вместо 245 – 260 °С).

Испытание проводилось по известной методике [2]. В таблице приведены основные результаты эксперимента.

Таблица – Показатели окисления нефтяного сырья

Сырье	Температура размягчения, °С						Пенетрация, при 25 °С, 0,1 мм
	Время окисления, ч.						
	0	1,5	3	4,5	6	8	
Гудрон	31,5	35	36	38	40	44,7	127
Гудрон + 10 мас. % ТСП	25	34	38	42	46	49	78

Согласно данным, представленным в таблице, введение в нефтяной гудрон добавки тяжелой смолы пиролиза положительно влияет на процесс структурирования битумного вяжущего. При окислении в течение 6 часов при температуре 200°С можно получить продукт, соответствующий требованиям стандарта EN 12591 – 00, т.е. битуму марки БНД 70/100. При этом следует отметить, что добавка тяжелой смолы пиролиза в гудрон позволяет снизить энергетические и временные затраты при получении нефтяного битума.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Фрайдер, И.Р. Использование тяжелой смолы пиролиза для производства нефтяного битума / И.Р. Фрайдер, О.А. Гринишин, Ю.В. Хлибишин // Вестник национального авиационного университета. – 2013. – Т. 57 № 4. – С. 135 – 138.

2. Шрубок, А.О. Влияние модифицирующей добавки на процесс получения окисленного битума / А.О. Шрубок, Е.И. Грушова // Нефтехимия. – 2012. – Т. 52, № 5. – С. 383 – 389.



**МОДИФИКАЦИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМИ  
УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ**

В последнее время развитие техники требует создания новых типов композиционных материалов. Все большее внимание уделяется модификации полимеров с помощью внедрения на технологических стадиях углеродных наноструктурированных материалов, к числу которых относятся углеродные нанотрубки. Углеродные нанотрубки демонстрируют уникальное сочетание свойств, обусловленных упорядоченной структурой их нанофрагментов: хорошая электро- и теплопроводность, химическая и термическая стабильность, большая прочность в сочетании с высокими значениями упругой деформации. Дополнительное улучшение свойств нанотрубок и расширение сферы их возможного применения может быть достигнуто прививанием функциональных групп к их поверхности путём химического воздействия.

Цель данной работы заключалась в разработке эффективных методик функционализации многостенных углеродных нанотрубок и введения полученных продуктов в состав эпоксидного полимера для получения композита с высокими прочностными и электрофизическими характеристиками.

В качестве исходного сырья для синтеза использовались многослойные углеродные нанотрубки полученные CVD-методом. Воздействием азотной кислоты в течение 9 ч при 90 °С на поверхность нанотрубок были привиты кислородсодержащие группы.

Дальнейшая обработка предполагала получение аминогрупп, опосредованно связанных с атомами углерода структуры нанотрубок. Для этого были опробованы различные методики:

- взаимодействие окисленных нанотрубок с ТЭТА в течение 8 ч при 140 °С;
- взаимодействие окисленных нанотрубок с ТЭТА в течение 7 ч при 80 °С в присутствии каталитических количеств серной кислоты;
- взаимодействие окисленных нанотрубок с тионилхлоридом в среде ДМФА в течение 24 ч при 65 °С с целью перевода поверхностных карбоксильных групп в хлорангидридные; взаимодействие полученного продукта с ЭДА в среде ДМФА в течение 24 ч при 90 °С.

Количественная оценка степени функционализации нанотрубок на каждой стадии проводилась методом боэмовского потенциометрического титрования.

На основе исходных, окисленных и аминированных нанотрубок были получены образцы композитов с концентрацией аддитива 0,1 – 0,9 %. Для этого рассчитанные массы навесок под воздействием ультразвука диспергировались в отвердителе (ТЭТА), который затем перемешивался с эпоксидной смолой марки DER 3531. Полученная однородная смесь вакуумировалась, заливалась в силиконовые формы, а затем отверждалась 4 ч при 80 °С и 7 дней при комнатной температуре.

Для полученных образцов композита были определены предел прочности на сжатие ( $\sigma_{в. сж.}$  МПа) и удельная электрическая проводимость ( $\sigma$ , См/м), представленные в таблице.

Таблица – Результаты испытаний

Характеристики	Концентрация нанотрубок в композите, % по массе					
	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
$\sigma_{в. сж.}$ , МПа	91,3	94,1	96,8	98,2	98,2	96,7
$\sigma$ , См/м	–	0,17	0,20	0,24	0,25	0,25

Полученные данные свидетельствовали о приросте прочностных свойств материала и появлении проводимости. Данный может быть применен в антистатических и экранирующих элементах радиоаппаратуры.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СИНТЕЗА 1-(2-АМИНОЭТИЛ)-2-ГЕПТАДЕЦИЛ-2-ИМИДАЗОЛИНА**

В последние годы научный мир все больше проявляет интерес к исследованию свойств и разработке новых методов синтеза 2-алкил-2-имидазолиновых соединений. Полученные исследователями алкилимидазолины проявляют свойства ПАВ и обладают высокой термостабильностью, низкой токсичностью, хорошей биоразлагаемостью, бактерицидной активностью, кроме того, обладают высокими антикоррозионными свойствами.

Распространенным способом получения гетероциклических азотсодержащих соединений является реакция жирных кислот или сложных эфиров с 1,2-диаминосоединениями или полиэтиленполиаминами. В процессе синтеза может образоваться ряд соединений, таких как аминные мыла, амидоамины, диамиды и целевой продукт – имидазолин.

Целью данной работы являлась разработка методики синтеза 1-(2-аминоэтил)-2-гептадецил-2-имидазолина на основе стеариновой кислоты и диэтилентриамина (ДЭТА).

При изучении влияния условий реакции и соотношения исходных реагентов на процесс получения 1-(2-аминоэтил)-2-гептадецил-2-имидазолина был разработан протокол синтеза, при котором побочный диамид не образуется, что подтверждено представленным ИК-спектром (рис. б).

Синтез алкилимидазолина осуществляли в три стадии. На первой стадии нагревали исходный ДЭТА до температуры амидирования и добавляли к нему кислоту. На второй стадии реакционную смесь нагревали до температуры циклизации амидоamina и выдерживали 1 час. На заключительной стадии, реакционную смесь вакуумировали при той же температуре в течение 1 часа. Синтез проводили в токе аргона.

Протекание каждой стадии контролировалось по ИК-спектрам отобранных проб. Характеристический пик для имидазолиновых соединений находится в области  $1605\text{--}1610\text{ см}^{-1}$ , а для амидных групп характерны два пика при  $1550\text{ см}^{-1}$  и  $1650\text{ см}^{-1}$ . При сопоставлении спектров видно, что на первой стадии нагревания протекала реакция образования аминоконида (рис. а), а при дальнейшем повышении температуры протекала реакция циклизации, т. е. образования имидазолина. Вакуум применялся с целью смещения равновесия в сторону протекания внутримолекулярной дегидратации моноамида с образованием имидазолина.

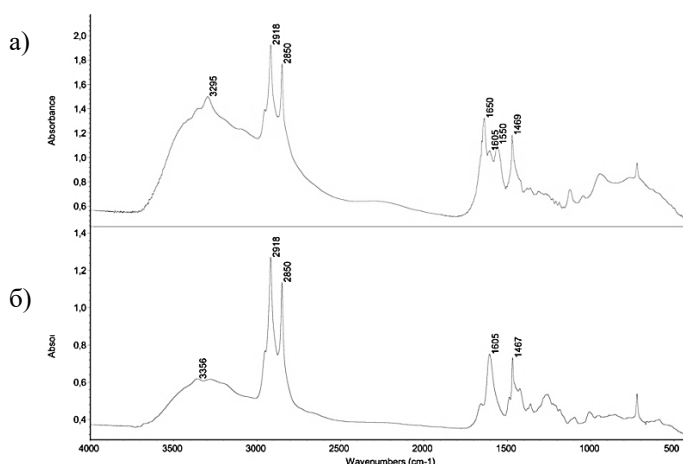


Рисунок – ИК-спектры промежуточного и конечного продуктов синтеза

Таким образом, была разработана методика синтеза 1-(2-аминоэтил)-2-гептадецил-2-имидазолина, позволяющая получать целевой продукт, практически не содержащий примесей.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КОНЦЕНТРАТА В  
СИНТЕЗЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ**

Карбамидоформальдегидную смолу (КФС) в больших объемах применяют в деревообрабатывающей промышленности (производстве фанеры, ДСтП, мебели, слоистых пластиков) благодаря их ценным свойствам - высокой скорости отверждения, хорошей адгезии к древесине, доступности исходного сырья, простоте технологии получения, дешевизне, бесцветности и отсутствию запаха [1]. Её производство основано на использовании товарного формалина, и является одним из самых невыгодных вариантов, как с экономической, так и с экологической точек зрения. В тоже время актуальным является использование в качестве сырья карбамидоформальдегидного концентрата (КФК), содержащего 60% формальдегида и 25% карбамида [2].

В связи с этим в лабораторных условиях был осуществлен двухстадийный синтез КФС из КФК и карбамида с варьированием мольного соотношения карбамид : формальдегид от 1 : 1,1 до 1 : 1,4.

В результате синтеза была получена КФС, показатели качества которой приведены в таблице.

Таблица – Показатели качества КФС

Показатели КФС	Мольное соотношение (карбамид:формальдегид)			ГОСТ 14231-2008 (КФ-МТ)
	1: 1,1	1: 1,2	1: 1,4	
1. Массовая доля сухого остатка, %	0,64	0,65	0,67	66 ± 2
2. Содержание свободного формальдегида, %	0,11	0,12	0,14	≤ 0,15
3. Вязкость по ВЗ-4, с	31	36	41	30-80
4. Концентрация водородных ионов, рН	8,5	8,2	7,6	7,5-8,5
5. Время желатинизации при 100°С, с	53	52	45	40-60
6. Смешиваемость с водой, об.ч/об.ч	полная	полная	полная	1 : 2

Как видно из таблицы, показатели полученной КФС удовлетворяют требованиям ГОСТ 14231-2008 в отношении КФС марки КФ-МТ, широко используемой в производстве ДСтП. При этом смолу, полученную из КФК и карбамида, можно считать более реакционноспособной по сравнению со стандартной смолой из формалина и карбамида, так как имеются более широкие возможности варьирования такого важного показателя как мольное соотношение – формальдегид : карбамид. Это указывает на целесообразность использования КФК в синтезе КФС, которую в дальнейшем можно применять в деревообрабатывающей промышленности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Соловьева, Т.В. Технология древесноволокнистых плит, технология древесностружечных плит, технология композиционных материалов и пластиков. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 05 «Химическая технология переработки древесины» специализации 1-48 01 05 02 «Технология древесных плит и пластиков» / Т. В. Соловьева, А. А. Пенкин. – Минск: БГТУ, 2009. – 144 с.
2. Изучение свойств карбамидоформальдегидной смолы: методические указания / Сост. Л.Н. Пименова, Л.А. Аниканова. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та. – 2008. – 20 с.

**ПЛАСТИФИКАЦИЯ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ОТРАБОТАННЫМИ МАСЛАМИ**

Долговечность асфальтобетонного покрытия во многом определяется качественными показателями используемых битумных вяжущих. В странах СНГ основным способом получения битумов является окисление нефтяных остатков, при этом для производства качественных битумов необходимо использовать сырьё определенного состава: с большим количеством смолисто-асфальтовых веществ и низким содержанием твёрдых парафинов. Однако увеличение глубины переработки нефти и отбора светлых нефтепродуктов приводит к истощению масляной части нефтяных остатков и как результат к производству низкокачественных битумов.

Одним из способов повышения качественных характеристик нефтяных битумов является использование пластификаторов, обеспечивающих необходимые пластичные и низкотемпературные свойства вяжущих. В качестве пластификаторов могут применяться индустриальное масло, вакуумные дистилляты, мазут и т.д. [1]. При этом ежегодно большие объёмы отработанных минеральных масел практически не утилизируются, наносят вред окружающей среде и представляют интерес в качестве пластификаторов для нефтяных битумов.

Целью работы являлось изучение возможности применения в качестве пластификатора нефтяного битума отработанных масел. В нагретый до 160–180°C нефтяной битум марки БНД 70/100 при перемешивании вводили концентрат отработанных масел (плотность концентрата 918 кг/м<sup>3</sup>, вязкость при 20°C – 780 мПа·с) в количестве 2–5 мас.%. Для полученных вяжущих определяли следующие показатели: температуру размягчения и хрупкости, пенетрацию, индекс пенетрации (таблица).

Таблица – Свойства битумных вяжущих

Показатель	Битумное вяжущее			
	0	2	3	5
Количество отработанного масла, мас. %	0	2	3	5
Температура размягчения по КиШ, °С	47	47	45	45
Пенетрация, 0,1 мм	95	122	132	195
Температура хрупкости, °С	–18,6	–19,3	–22,4	–24,7
Индекс пенетрации	–0,33	0,50	0,15	1,85

Анализ экспериментальных данных показывает, что при увеличении концентрации отработанных масел в нефтяном битуме температура размягчения изменяется незначительно, пенетрация возрастает на 27–100×0,1 мм, температура хрупкости снижается на 0,7–6,1°C. Применение отработанных масел в качестве пластификатора позволяет улучшить реологические и низкотемпературные свойства нефтяных битумов.

Таким образом, проведенные исследования показывают возможность применения отработанных минеральных масел в качестве пластификатора для битумов. Варьируя концентрацию отработанных масел в битуме можно получать нефтяные марки различных марок, изменять их пластичные и низкотемпературные свойства при минимальных затратах на производство.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гуреев, А. А. Нефтяные вяжущие материалы / А.А. Гуреев. – М.: Недра, 2018. – 242 с.

**ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА  
КОСТЮКОВИЧСКОГО РАЙОНА БЕЛАРУСИ**

Костюковичский район Могилевской области является одним из наиболее пострадавших в республике от аварии на Чернобыльской АЭС. По официальной статистике 40 % территории района загрязнено радионуклидами. В результате аварии были полностью захоронены 6 деревень, ликвидированы 4 сельсовета (Братьковский, Деряжинский, Мокровский и Самотевичский). Часть площади вошла в зону отселения, так, из 41 населенного пункта было эвакуировано и отселено население, в котором проживало около 9,2 тыс. человек.

В настоящее время в Костюковичском районе в зоне проживания с периодическим радиационным контролем (плотность загрязнения цезием-137 1–5 Ки/км<sup>2</sup>) расположено 16 сельских населенных пунктов, в зоне с правом на отселение (5–15 Ки/км<sup>2</sup>) — 8. На загрязненных территориях проживает более 1,3 тыс. человек. На данных территориях запрещается: пребывание граждан без пропусков, въезд без пропуска всех видов транспортных средств, сбор дикорастущих растений, охота и рыболовство[1].

Общая площадь ГЛХУ «Костюковичский лесхоз» составляет 98,3 тыс. га, всего загрязнено 38,5 тыс. га (39,2 % от всей площади лесфонда). Распределение площади загрязнения почвы цезием-137 по зонам: 1 зона (1-5 Ки/км<sup>2</sup>) — 8,9 тыс. га (9,1 % от всей площади лесфонда), 2 зона (5-15 Ки/км<sup>2</sup>) — 20,0 тыс. га (20,32 % от всей площади лесфонда), 3 зона (15-40 Ки/км<sup>2</sup>) — 9,6 тыс. га (9,78 % от всей площади лесфонда). По уровню радиоактивного загрязнения 1-е место занимает Деряженское лесничество, 2-е Белодубровское, 3-е место Паньковское лесничество. С учетом загрязнения рекомендованы лесничества для сбора грибов и ягод на территории Костюковичского лесхоза: Батаевское, Бельковичское, Забелышенское, Хотимское. С учетом загрязнения более 39 % территории лесхоза, для безопасности населения в Костюковичском лесхозе постоянно проводятся обследования лесного фонда. Так, по данным специалистов Поста радиационного контроля, в 2019 г. в лесхозе проведено 2814 измерений проб по уровню радиационного загрязнения, из них деловой древесины — 878 проб, дровяной — 1414, пилопродукции — 99, ягод свежих — 18, грибов свежих — 54, сок березовый — 5, прочие — 17, почва — 91. Из всего количества измеренных проб 40 превысили допустимый уровень загрязнения [1].

С целью обеспечения безопасности жизнедеятельности осуществляется информирование населения о радиационном загрязнении территории лесного фонда и результатах радиационного контроля продукции, оформляются соответствующие стенды, устанавливаются специальные знаки и плакаты, публикуются материалы в СМИ. Жителям населенных пунктов рекомендовано собирать грибы и ягоды с обязательной проверкой их на содержание цезия-137, а также обращать внимание при входе и въезде в зону на установку предупреждающих знаков. Для безопасности при посещении леса, на пересечении квартальных просек устанавливаются квартальные столбы, по которым можно определить местонахождение. Далее используя карты, расположенные на сайте лесничества, с учетом уровня загрязнения, определяются вводимые на данной местности ограничения, например, обозначены кварталы, где пользование лесом не ограничено, или запрещены отдельные виды деятельности (сбор грибов, ягод, лекарственного сырья, охоты, заготовки березового сока и др.).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Радиационная обстановка [Электронный ресурс] / kostukovichileshoz.by – Режим доступа: [https://www.kostukovichileshoz.by/activity/radiation-monitoring/25-radiation-situation\\_](https://www.kostukovichileshoz.by/activity/radiation-monitoring/25-radiation-situation_) – Дата доступа: 10.11.2020.

**РАДИОНУКЛИДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА**

Многие виды минерального сырья как импортируемого, так и местного, используемого в промышленности строительных материалов (каолины, огнеупорные и тугоплавкие глины, пегматиты, граниты, доломиты, мел и др.), по содержанию природных радионуклидов превышают среднемировые значения. Запасы же радиационно чистого минерального сырья ограничены и постепенно истощаются, а в силу перераспределения радиоактивных веществ, обусловленного антропогенным фактором, возможно как локальное, так и глобальное их загрязнение. По оценкам специалистов, коллективная доза облучения населения от природных радионуклидов значительно выше, чем от искусственных. Природные источники радиоактивного излучения образовались без участия человека. Это долгоживущие радионуклиды, в частности калий-40, радий-226, торий-232, которые вносят основной вклад в облучение человека.

С целью выявления степени радиационной безопасности для человека в лаборатории кафедры БЖД проведены фрагментарные исследования проб минерального сырья Беларуси и их соответствие действующему ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов». Использовали экспрессный и лабораторный методы определения удельной эффективной активности естественных радионуклидов (ЕРН) в строительных материалах и изделиях, с учетом их биологического воздействия на организм человека по формуле

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,3A_{\text{Th}} + 0,09A_{\text{K}},$$

где  $A_{\text{Ra}}$  и  $A_{\text{Th}}$  – удельная активность радия-226 и тория-232, находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов;  $A_{\text{K}}$  – удельная активность калия-40, Бк/кг.

Контроль содержания природных радионуклидов в минералах и материалах выполнялся с помощью сцинтилляционного 4-х канального гамма-радиометра РУГ-91-2. Основные требования, которые предъявлялись при анализе, – достоверность и точность определения содержания ЕРН. В ходе экспериментальных исследований в лаборатории кафедры определили удельную активность радионуклидов радия-226, тория-232, калия-40 в пробах глин №1 – Новолукомльская и №2 – Веселовская массаами 725 и 720 грамм соответственно и в граните массой 1,14 кг.

В пробе №1: удельная активность составляет:  $A_{\text{Ra}} = 17,5$  Бк/кг;  $A_{\text{Th}} = 64,7$  и  $A_{\text{K}} = 1388,8$  Бк/кг. В пробе №2:  $A_{\text{Ra}} = 24,73$  Бк/кг;  $A_{\text{Th}} = 87,09$  и  $A_{\text{K}} = 601,28$  Бк/кг. В граните  $A_{\text{Ra}} = 43,3$  Бк/кг;  $A_{\text{Th}} = 93,9$  Бк/кг и  $A_{\text{K}} = 1002,4$  Бк/кг. Данные измерений позволили сделать следующие выводы: глины, например, в отличие от кварцевых песков, обладают свойством активно сорбировать природные радионуклиды; чем больше в глинистых породах тонкодисперсных минералов группы каолинита и монтмориллонита, тем выше содержание в них природных радионуклидов. Определили, что чем старше глины, тем больше в них содержание радионуклидов и больше эффективная удельная активность горных пород в пределах одного месторождения, и даже в пределах одной партии сырья, может изменяться в широких пределах. При высокотемпературной обработке глин в процессе изготовления ряда строительных материалов (керамзита, аглопорита, керамического кирпича и др.) повышается концентрация радионуклидов вследствие выгорания органических добавок.

Таким образом, месторождения и склады минерального сырья, полуфабрикаты и готовая продукция из исследованных и подобных материалов являются открытыми активными источниками ионизирующих излучений, представляющими опасность для человека.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Радиационная безопасность. Лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов по профилю образования «Техника и технологии» / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин. – Минск: БГТУ, 2018. – 198 с.

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДОНА НА ЧЕЛОВЕКА И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ**

Радон – радиоактивный инертный газ, в 110 раз тяжелее водорода и в 7,5 раз тяжелее воздуха. В ходе радиоактивных превращений изотопы радона образуют короткоживущие элементы: полоний-210, -216, -218, излучающие альфа-частицы, а также свинец-212, -214 и висмут-212, -214, излучающие бета-частицы. При внешнем облучении альфа-частицы в 20 раз опаснее гамма-квантов, а при внутреннем – более чем в 100 раз.

Научным комитетом по воздействию атомной радиации (НКДАР) в 1977 году радон определен как основной источник радиационной опасности для населения. По оценкам НКДАР радон с его дочерними продуктами распада дает примерно  $\frac{3}{4}$  годовой эффективной дозы внутреннего облучения от всех источников. Радон может вызывать ряд серьезных заболеваний, в том числе генетические изменения в организме человека. Наиболее опасен этот радиоактивный газ для детей в силу более низкой сопротивляемости детского организма. Радон и его продукты распада накапливаются в тканях и органах, в гипофизе и коре надпочечников – важнейших железах внутренней секреции. Также он накапливается в сердце и печени. Растворяясь в крови и лимфе продукты полураспада радона разносятся по всему телу и приводят к внутреннему массивированному облучению.

Радон занимает второе место после курения в качестве причины рака легких. Согласно данным Международного комитета по радиационной защите (МКРЗ), риск смерти от рака легких, вызванного содержанием в воздухе помещений радона, сопоставим с частотой смерти от автомобильных аварий. В Беларуси воздействие радона на население стали изучать около 10 лет назад, на Западе эта проблема изучается уже около 25 лет.

Воздействию радона мы подвергаемся в жилых зданиях, в рабочих и производственных помещениях, в школах и детских садах. Наибольшее количество его выделяется из земных недр, поступает в приземные слои воздуха, а затем в подвальные и жилые помещения. Около 40% территории Беларуси является потенциально радоноопасной, что связано как с неглубоким залеганием генерирующих радон гранитоидов кристаллического фундамента, так и с активными зонами тектонических нарушений.

Проведенные исследования на кафедре безопасности жизнедеятельности по мониторингу радона, торона с помощью комплекса «Альфарад плюс» путем отбора проб воздуха в подвальных помещениях 4 корпуса БГТУ (хранилище библиотеки, лаборатория транспорта леса, ауд. № 10 и др.) показали, что концентрация радона-222 составляет 24, 30 и 28 Бк/м<sup>3</sup> соответственно, что не превышает допустимых значений для помещений 100 Бк/м<sup>3</sup>.

Для снижения степени воздействия радона (уменьшения радиационного риска) необходимо проводить следующие мероприятия:

- использование газонепроницаемых конструкций в строительстве (специальные защитные покрытия; бетонирование полов; прокладка фундамента полиэтиленом, битумом);
- вентиляция помещений (активная вентиляция помещения в течение 3-4 часов снижает концентрацию радона в 3-4 раза), устройство вентиляционных окон фундаментов и др.;
- поддержание правильного баланса давлений между внутренней и наружной атмосферой (понижение диффузного поступления радона в помещения);
- не курить, реже бывать в накуранных помещениях (в процессе курения аэрозольные  $\alpha$ -частицы активно оседают на частицах дыма).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Руководство по эксплуатации комплекса измерительного для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов «Альфарад плюс» / Москва, 2017. – 81с.

**ШУМ – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ**

Шум является одним из наиболее распространенных факторов условий труда на производстве. Шум, даже когда он невелик (при уровне 50-60 дБ), создает значительную нагрузку на нервную систему, оказывая на человека психологическое воздействие. Воздействуя на кору головного мозга, шум ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. По этим причинам сильный шум в условиях производства может способствовать возникновению травматизма.

Исследования уровней шума на рабочих местах при выполнении лесосечных работ проводились нами в филиале УО БГТУ «Негорельский учебно-опытный лесхоз» при прохождении производственной практики. Результаты произведенных замеров приведены ниже в таблице.

Таблица – Условия труда по шумовому фактору на рабочих местах при выполнении лесосечных работ

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума, дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Вальщика леса	80	87	87	89	84	84	84	80	78	83
Лесоруба	89	86	87	86	82	85	82	81	75	82
Тракториста на подготовке лесосек, трелевке леса МТЗ-82	97	85	86	83	76	76	74	72	70	82
Водителя автомобиля МАЗ (вывозка леса)	103	89	71	63	62	58	65	62	52	75
Нормативные значения	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Анализируя приведенные данные, приходится констатировать, что работники лесного комплекса, занятые на работах по подготовке лесосек, валке и трелевке леса подвергаются значительному воздействию на организм уровней шума. Наибольшему воздействию подвержены рабочие, занятые на валке леса, обрубке сучьев и раскряжевке древесины. Превышение нормативного значения [1] достигает на отдельных спектрах шума от 4 до 11 децибел.

Наиболее эффективным средством защиты от шума для указанных профессий является применение наушников, снижающих шум до 18 дБ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»: СанПиН от 16.11.2011 № 115 - Минск; Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2011. – 22 с.



**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИИ  
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА**

Объекты экономики с химически опасными веществами могут быть источниками: залповых выбросов аварийно химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу; сброса АХОВ в водоемы; разрушительных взрывов; химического загрязнения объектов и местности в районе аварии и на следе распространения облака АХОВ.

В качестве источника техногенной чрезвычайной ситуации (ЧС) рассмотрены последствия возможной аварии на хладокомбинате №2 (г. Минск, ул. Маяковского, 182) в технологической системе которого используется 45 т аммиака под давлением. Особенностью этого предприятия является отсутствие санитарной защитной зоны, поэтому в случае выброса АХОВ (при аварии) в зону загрязнения попадает не только персонал, а также население, проживающее вблизи этого объекта [1].

Прогнозная оценка ЧС проведена при следующих условиях: интервал температуры воздуха от минус 20°C до +20°C, скорость ветра от 1 до 15 м/с, степень вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА) – инверсия, изотермия, конвенция. Скорость ветра в 1 м/с, наиболее опасна, т.к. наблюдается максимальная площадь и глубина зоны загрязнения [2]. АХОВ, выбрасываемые при авариях на химических предприятиях, переносятся и рассеиваются в атмосфере по-разному в зависимости от ряда факторов: метеорологических, климатических, рельефа местности и расположения на ней объектов, плотности застройки, растительного покрова. В общем случае степень разбавления концентрации АХОВ находится в прямой зависимости от расстояния, на которое распространилось опасное вещество по направлению ветра в пределах сектора

Прогнозирование масштабов химического загрязнения в условиях города тесно связано с его климатом, высотой зданий, и плотностью застройки. Климатические условия в городах значительно отличаются от окружающих районов, причем эти отличия при прочих равных условиях тем больше, чем значительнее территория города.

Зависимость глубины зоны загрязнения от температуры и степени вертикальной устойчивости атмосферы при скорости ветра 1 м/с приведена в таблице.

Таблица – Глубина зоны загрязнения (км)/площадь зоны загрязнения (км<sup>2</sup>) при скорости ветра 1 м/с

СВУА	Температура воздуха, °С				
	-20°C	-10°C	0°C	10°C	20°C
Инверсия	<u>5,549</u>	<u>5,671</u>	<u>5,786</u>	<u>5,941</u>	<u>6,096</u>
	2,345	2,612	2,712	2,811	3,201
Изотермия	<u>2,221</u>	<u>2,291</u>	<u>2,355</u>	<u>2,425</u>	<u>2,485</u>
	0,658	0,697	0,738	0,769	0,789
Конвекция	-	-	<u>1,505</u>	<u>1,534</u>	<u>1,563</u>
	-	-	0,442	0,461	0,480

Из данных табл. следует, что эффективность рассеивания АХОВ в атмосфере зависит от многих факторов. Максимальная глубина зоны загрязнения наблюдается при инверсии, минимальная при конвекции, с ростом температуры увеличиваются масштабы поражения.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ковалев, В.Н. Чрезвычайные ситуации и правила поведения населения при их возникновении. – Минск.: 1998. – 160 с.
2. Руководящий документ. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте РД 52.04.253-90. Л.: 1991. – 24 с.

### РАЗРАБОТКА НОВОГО ВИДА АЗОТНО-ФОСФОРНО-КАЛИЙНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

Для поддержания высокого положения компании на рынках сбыта Республики Беларусь и зарубежья ОАО «Гомельский химический завод» постоянно занимается расширением ассортимента производимых удобрений.

Цель данного исследования – разработка нового вида азотно-фосфорно-калийного удобрения по требованию зарубежного заказчика (Канада) с содержанием в нем марганца не менее 0,15 % зеленого цвета для отличия при использовании от марки удобрения, не содержащего марганец.

Объектами исследований являлись 3 опытные партии азотно-фосфорно-калийных удобрений с содержанием меди в концентрации 0,02%, бора – 0,04%, цинка – 0,4%, марганца – 0,15%. Изготовление опытных партий осуществлялось следующим образом. В бак для смешения подавалась фосфорная, серная кислоты, пульпа, стоки, оксид цинка, медный купорос, борная кислота, сульфат марганца в соотношении, которое соответствует требованиями заказчика и краситель Iron oxide green 5605 в концентрации 0,9; 1,5; 2,0 кг/т. Компоненты перемешивались мешалками и поступали в трубчатый реактор, в котором происходила их аммонизация аммиаком. После аммонизации смесь поступала в барабанный гранулятор-сушилку (БГС), где происходила закатка. Продукт после барабанной гранулятора-сушилки поступал на грохота, где происходило разделение фракций на мелкую, крупную и товарную. Мелкая фракция (пыль), возвращалась на БГС как дополнительный ретур для закатки. Крупная фракция (более 6 мм) отправлялась на дробилки и повторно возвращалась на грохота. Товарная фракция в размере гранул от 1 до 5 мм поступала на охладитель, затем на ленту транспортировки и в бункер готового продукта.

Окраска готовых образцов контролировалась визуально, оценку осуществляли по 5-ти балльной шкале, контролировали равномерность окрашивания и насыщенность цвета. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Результаты визуальной оценки окраски опытных образцов удобрений

Количество добавляемого красителя, кг/т	Равномерность окрашивания, баллы	Насыщенность цвета, баллы
0,9	2	2
1,5	5	2
2,0	5	5

Как видно из таблицы, наиболее равномерная и насыщенная окраска удобрений наблюдалась при добавлении красителя Iron oxide green 5605 в концентрации 2,0 кг/т. Полученная партия удобрения также была проанализирована на соответствие требованиям заказчика по следующим показателям: массовая доля азота, общих фосфатов, калия в пересчете на оксид калия, воды, сульфатов в пересчете на серу, бора, цинка, меди, марганца, а также статическая прочность гранул и гранулометрический состав. Оценка перечисленных физико-химических показателей осуществляли в соответствии со стандартными методами. Было выявлено, что все перечисленные показатели соответствовали требованиям, на основе полученных результатов были разработаны технические условия на данный вид удобрения.

Таким образом, в данной работе был разработан новый вид азотно-фосфорно-калийного удобрения, имеющего зеленую окраску, с содержанием меди в концентрации 0,02%, бора – 0,04%, цинка – 0,4%, марганца – 0,15%, который планируется экспортировать за рубеж (Канада).

## **ВНУТРИЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СОИ МЕТОДОМ ПЦР-РВ**

Важной частью в организации деятельности аккредитованной испытательной лаборатории является контроль качества получаемых результатов, который может реализовываться как через участие лаборатории в межлабораторных сличительных испытаниях, так и через внутренний контроль. В свою очередь внутрилабораторный контроль может осуществляться путем проверки стабильности получаемых результатов с использованием контрольных карт, использования контрольных нормативов и проверки компетентности персонала.

Цель работы – организация, проведение и обработка результатов оценки компетентности персонала испытательной лаборатории Национального координационного центра биобезопасности Института генетики и цитологии НАН Беларуси, аккредитованной на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, по идентификации и количественному определению разрешенных ГМ-линий (генно модифицированных) в соответствии с ГОСТ ИСО 21569-2009, ГОСТ ИСО 21570-2009, ГОСТ 34104-2017.

Идентификация и количественное определение разрешенных ГМ-линий основаны на применении метода полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) с гибридационно-флуорисцентной детекцией. ПЦР-РВ основан на одновременной амплификации и измерении количества молекулы ДНК (измерение непосредственно количества копий, либо измерение копий относительно внесённой ДНК или дополнительных калибровочных генов) специфической последовательности ДНК в образце. Метод использует общие принципы ПЦР. Основное отличие состоит в том, что измеряется количество амплифицированной ДНК в реальном времени после каждого цикла амплификации.

В качестве материалов для исследований был использован образец шрота соевого, содержащего ГМ линии сои GTS 40-3-2 и MON89788 с известной концентрацией (37% и 42 % соответственно) и стандарты ГМ-линий коммерческой тест-системы, включающие в себя различные уровни концентрации (40 копий/мкл, 400 копий/мкл, 4000 копий/мкл, 40 000 копий/мкл, 400 000 копий/мкл) [1].

Три специалиста лаборатории проводила по три параллельных определения исследуемых образцов. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием критериев согласия: критерий Стьюдента использовали для установления статистически значимого различия между результатом, полученным каждым специалистом и истинным значением, критерий Фишера – для оценки повторяемости результатов.

Обработка результатов показала, что нет статистически значимой разницы между измеренным значением и истинным, а также нет существенных различий в повторяемости результатов, полученных разными специалистами. Следовательно, подтвержден высокий уровень квалификации специалистов проводящих количественное определение разрешенных ГМ-линий сои методом ПЦР-РВ.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Reference materials for GMO analysis [Электронный ресурс] / Референсные материалы для ГМО анализов. – Режим доступа: <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/reference-materials-gmo-analysis>. – Дата доступа 26.04.2020.

**ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОТБОРА ПРОБ**

Неопределенность измерения – наиболее важный обобщенный параметр, характеризующий качество измерений. Оценку неопределенности используют при принятии решения основанного на результатах измерений, например, соответствует ли партия продукции установленным требованиям по измеренному параметру [1]. Почти всегда измерение включает процесс отбора пробы, что связано с невозможностью проанализировать весь объем характеризуемого материала (целевого объекта). Если целью измерения является нахождение концентрации аналита в целевом объекте, а не в анализируемой пробе, то неопределенность, связанная с процессом отбора пробы, будет одной из существенных составляющих неопределенности полученного результата.

В связи с этим, весь процесс измерения делят на два этапа: отбор проб и анализ, при этом неопределенность измерения будет включать в себя две составляющие. Оценка неопределенности аналитического процесса измерения достаточно хорошо разработана и прописана в различных документах [2]. Требование по оценке неопределенности отбора проб является новым для аккредитованных лабораторий, и пока нет достаточного опыта проведения такой оценки.

Есть два основных подхода к оценке неопределенности отбора проб: «эмпирический» и «моделирования». Эмпирический подход основан на общей оценке прецизионности по результатам внутрилабораторных или межлабораторных исследований; подход «моделирования» основан на разработке модели пробоотбора, включающей все источники неопределенности [3].

Целью работы является оценка неопределенности отбора проб при определении массовой доли углекислого кальция и углекислого магния в меле по ГОСТ 21138.5-78. Работа проводилась совместно с производственной лабораторией ОАО «Керамин». Для оценки неопределенности был использован эмпирический подход. Были спланированы и проведены экспериментальные исследования по методу двойных проб (дубликатов). С целью исследования всех существенных факторов влияющих на пробоотбор, в эксперименте участвовали два отборщика, которые отобрали пробы в соответствии со стандартизированной методикой, от 8 партий мела. Каждый отборщик отобрал от одной партии две пробы в разное время, из которых затем были подготовлены две параллельные пробы для анализа. В общей сложности было проведено 64 анализа по определению карбонатов в меле. Обработку результатов осуществляли методом размахов [3]. Была рассчитана неопределенность отбора проб и неопределенность анализа и установлено, что неопределенность отбора проб не превышает 2 % от неопределенности измерений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Применение информации о неопределенности при оценке соответствия (на англ. языке) / первая редакция. – LGC, UK, 2007. – 15 с. ([www.eurachem.org](http://www.eurachem.org)).
2. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях / пер. Р. Л. Кадиса, Г. Р. Нежиховского, В. Б. Симины; под ред. Л. А. Конопелько. – СПб.: ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 149 с.
3. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Неопределенность измерения, источником которой является отбор проб. Руководство по методам и подходам / Первая издание 2007. Разработано совместно с EUROLAB, Nordtest и комитетом по аналитическим методам (АМС) Великобритании. – Киев, 2015. – 102 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ EFQM НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

EFQM – это инновационная модель, объединяющая управляемые данные на основе познания, курирующая возможности обучения и развития, и сетевой работы для выгод организаций и отдельных лиц по всему миру. Достижение лидирующих позиций и устойчивой конкурентоспособности может быть достигнуто только при условии внедрения современных методов менеджмента качества.

С момента своего создания, Модель EFQM является образцом для организаций по всей Европе и за ее пределами для развития культуры улучшения и инноваций. В современных рыночных условиях организации все чаще ищут новые интегрированные системы для обеспечения наивысшего качества продукции с минимальными потерями, за счет своевременного выявления возможностей и возникающих проблем. Одной из таких систем является модель EFQM.

Для достижения устойчивого успеха в зависимости от среды организации могут быть необходимы улучшения и инновации, касающиеся продукции (организации), процессов, структуры, систем менеджмента качества, человеческих ресурсов (культуры персонала), инфраструктуры, среды и технологий, взаимоотношений с заинтересованными сторонами.

Модель EFQM – это инструмент, который использует показатели эффективности организации для стимулирования организационного улучшения. Используя модель для самооценки, организация способна определить свои сильные и слабые стороны, а также области улучшения и степень своей деятельности.

Большое распространение у организаций получила Модель EFQM, которая позволяет определить и структурировать «сильные» и «слабые» стороны, используя метод самооценки. Исходя из результатов самооценки, делается вывод о том, в каком направлении организация должна развиваться, уточняется распределение ресурсов, области для улучшения.

Модель EFQM, всемирно признанная структура, которая поддерживает организации в осуществлении менеджмента изменений и улучшении деятельности, чтобы не только сохранить актуальность, но и продолжать формировать программу менеджмента для любой организации, стремящейся к долгосрочному, устойчивому будущему.

Установка на творчество и инновации, включая прорывное мышление, является важной составляющей для обеспечения помощи организации в создании более высокой ценности и улучшении деятельности.

Способность идентифицировать возможности и угрозы, существующие в экосистеме организации, и затем быстро, эффективно и результативно реагировать на них.

Стратегический характер Модели EFQM в сочетании с ее операционной пригодностью и ориентированностью на результат делает Модель EFQM идеальной основой для проверки согласованности и соответствия амбиций организации на будущее с учетом ее нынешних методов работы и ее способности реагировать на вызовы и вопросы, связанные с уязвимыми местами.

Использование модели дает возможность увидеть всё целиком, рассмотреть вопросы комплексно и понять, что организация – это сложная, но в то же время организованная система.

Все большее число предприятий и организаций Республики Беларусь внедряют Модель EFQM, так как в условиях рыночных отношений нет иной альтернативы убедительно показать партнёрам, что их организации стабильно держатся на рынке, выпускают качественную и конкурентоспособную продукцию. Применение Модели Совершенства EFQM предоставило организациям эффективный инструмент для улучшения менеджмента бизнес-процессов, позволяющий обеспечить условия для устойчивого развития по всем основным направлениям деятельности.

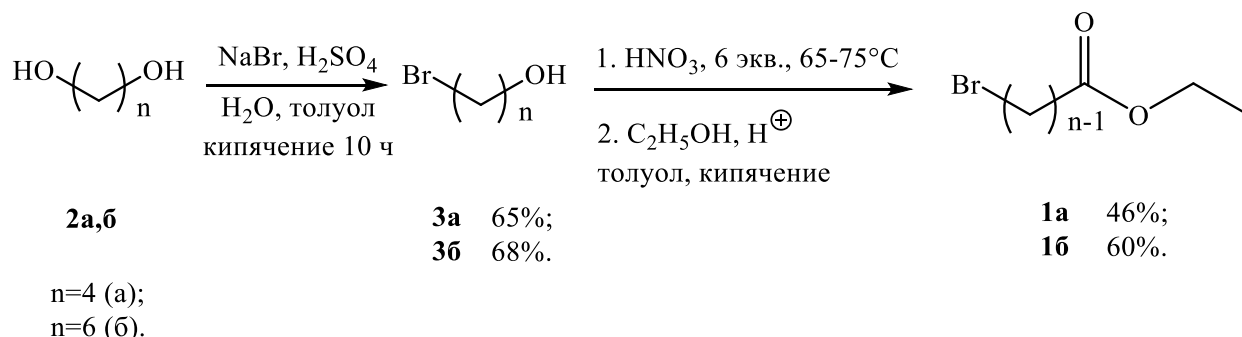
**ПОЛУЧЕНИЕ ЭТИЛОВЫХ ЭФИРОВ  $\omega$ -БРОМКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ**

Современный подход к разработке ЖК-материалов – это сложный многоступенчатый процесс, важнейшей частью которого является получение реагентов, служащих связующим звеном между полимерной матрицей и соединениями, обладающими ЖК-свойствами. Одним из интересных типов линкеров являются этиловые эфиры  $\omega$ -бромкарбонновых кислот, обладающие высоким синтетическим потенциалом.

Целью данной работы являлась разработка универсального метода получения линкеров с различной длиной полиметиленовой цепи для связывания полимерной матрицы с ЖК-фрагментом.

Из современных литературных источников мы не смогли обнаружить достаточно общий метод получения сложных эфиров  $\omega$ -бромкарбонновых кислот. В связи с этим мы решили разработать универсальный метод получения указанных эфиров из доступных реагентов. Мы выбрали в качестве исходных соединений доступные 1, n-диола. Схема синтеза целевых эфиров **1** включает в себя несколько стадий: замещение одной гидроксильной группы диолов **2a, б** на бром, окисление второй гидроксильной группы и этерификация. Основная проблема синтеза возникает на первой стадии, когда необходимо провести нуклеофильное замещение только одной гидроксильной группы на галоген. Для того, чтобы обойти данную проблему мы решили провести реакцию в двухфазной системе (органический слой – толуол) при соотношении реагентов **2a, б**:NaBr:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1:1.3:1.5. При этом толуол экстрагирует образующиеся в ходе монозамещения спирты **3a, б**, выводя их тем самым из реакционной среды.

Следующей стадией синтеза является окисление спиртов **3a, б** до соответствующих кислот. При выборе окислителя мы отказались от варианта окисления перманганатом калия, так как окисление проводят разбавленным раствором, что приводит к необходимости работы с большими объёмами жидкости (несколько литров), что в свою очередь является значительным неудобством. При выборе способа окисления мы остановились на двух вариантах: окислении по Джонсу и окислении азотной кислотой. Параллельно проведя реакции, мы осознали, что использование реагента Джонса сопряжено с трудностями при выделении карбоновой кислоты и невысокому выходу реакции (21% на две стадии). Применение азотной кислоты даёт не только больший выход (до 60% на две стадии) реакции окисления, но и возможность сократить число операций, исключив выделение кислоты. Для этого после частичной нейтрализации реакционной смеси, продукт окисления экстрагировали толуолом, а образовавшийся экстракт использовали без дополнительной очистки для проведения этерификации.



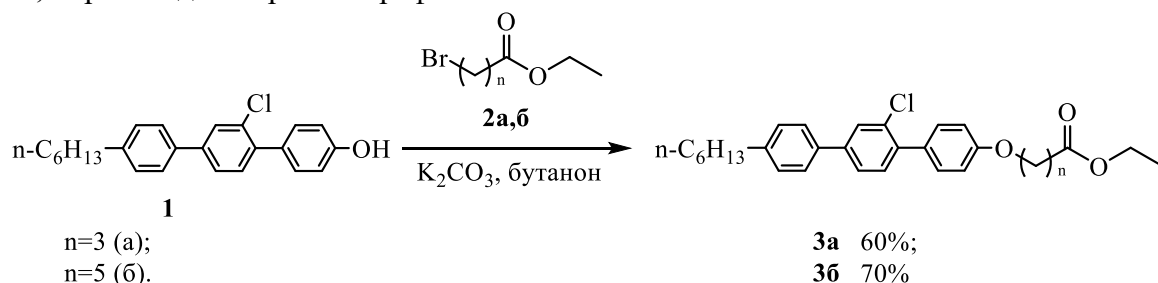
Строение всех синтезированных соединений подтверждено физическими константами, а также данными ЯМР- и ИК-спектроскопии.

**АЛКИЛИРОВАНИЕ ФЕНОЛОВ ЭТИЛОВЫМИ ЭФИРАМИ  
ω-БРОМКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ**

Важным направлением современного органического синтеза является создание материалов с широким спектром практического использования. Создание полимерных ЖК-материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками является актуальным направлением, которое в данный момент активно развивается на кафедре органической химии БГТУ.

Целью данной работы было осуществление синтеза соединений, удовлетворяющих ряду требований: наличие жёсткого каркаса, «гибкой» полиметиленовой цепи, обеспечивающей «подвижность» фрагментов и требуемые физические свойства, а также карбоксильной группы. Наличие данной функциональной группы обеспечивает возможность создания ЖК-материалов при помощи стратегий «циклопропонирование–полимеризация» или «функционализация». Перечисленным выше требованиям удовлетворяют простые эфиры фенолов ряда терфенила.

На наш взгляд, оптимальным способом получения алкилариловых эфиров является акилирование по Вильямсону. В качестве исходных соединений мы использовали фенол ряда терфенила **1**, обладающий жёстким полифениленовым каркасом, и ω-бромкарбоновые кислоты **2a,б**, которые будут являться линкерами между ЖК-фрагментом и полимерной матрицей будущего ЖК-материала. Реакцию фенола **1** и этиловыми эфирами ω-бромкарбоновых кислот **2a,б** проводили посредством кипячения указанных соединений в растворе бутанона. В качестве основания использовали безводный поташ. Контроль за ходом реакции осуществляли при помощи ТСХ. После достижения полной конверсии фенола **1** нагревание прекращали, неорганические соли отфильтровывали и промывали бутаном. Далее органическую фазу упаривали при пониженном давлении, выделение полученных эфиров **3a,б** производили хроматографией на силикагеле.



Строение всех синтезированных соединений подтверждено данными ЯМР- и ИК-спектроскопии.

Синтезированные соединения проявили ЖК-свойства. Физические свойства, представлены в таблице.

Таблица – Жидкокристаллические свойства соединений **3a,б**.

Соединение	Температуры фазовых переходов, °С						
	Cr		SmC		N		I
<b>3a</b>	●	52	●		–	60	●
<b>3б</b>	●	24,5	–		●	58,2	●

Так соединение **3a** способно существовать в смектической фазе С, что позволяет рекомендовать его для использования в быстродействующих устройствах отображения информации. Соединение **3б** способно существовать в нематической фазе и перспективно в качестве компонента ЖК-дисплеев.

**ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЕЙПИНГА АРОМАТИЗАТОРОВ  
ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ**

Всем известны последствия влияния на организм человека табака и табачного дыма, которые содержат более 3000 химических соединений, более 60 из которых являются канцерогенными. В связи с этим последнее время молодежь отдает предпочтение электронным сигаретам, процесс курения (парения) которых носит название «вейпинг». Электронная сигарета заправляется специальными жидкостями, в состав которых входят дистиллированная вода, глицерин, пропиленгликоль, ароматизаторы и никотин, количество которого человек определяет сам. Благодаря двусмысленной рекламе процесс парения воспринимается людьми как абсолютно безопасный, хотя вопрос о безвредности вейпинга остается открытым и для его разрешения требуются дополнительные долгосрочные исследования. О химических превращениях глицерина и пропиленгликоля при парении, и о том, какой вред они наносят человеку, уже известно достаточно. Целью настоящего исследования было проанализировать возможные трансформации ароматизаторов в процессе вейпинга и воздействие образующихся продуктов реакций на функции организма.

Учеными медиками установлено, что ароматизаторы, входящие в состав жидкостей для электронных сигарет, являются цитотоксичными, могут вызвать оксидативный стресс и приводить к иммунному ответу белых кровяных телец – моноцитов; способствуют повреждению и гибели эндотелиальных клеток [1]. Обнаружено, что все протестированные ароматизаторы безопасны для приема с пищей, но не безвредны при ингаляции. Наиболее токсичными оказались сливочные ароматизаторы, а также с запахом корицы и ванили. Кроме того наблюдается синергический токсический эффект для лейкоцитов при смешении этих ароматов. Пять из девяти жидкостей (ваниль, мята, корица, гвоздика, запах дыма) подавляют выработку оксида азота, молекулы которого препятствуют процессам свертывания крови и воспаления, а также участвуют в процессе расширения сосудов. Их недостаток ассоциирован с сердечно-сосудистыми заболеваниями, инфарктами и инсультами.

Молекулы ароматизаторов попадают в легкие вейпера в тот момент, когда жидкость нагревается в девайсе и вдыхается. Количество вредных и токсичных веществ увеличивается в зависимости от температуры и типа устройства. Установлено, что жидкости на спирали парогенератора могут нагреваться до 300°C. Поэтому ароматомолекулы подвергаются реакциям окисления, дегидрирования, дегидратации, гидролиза, разложения и т.п. При анализе основных компонентов ароматизаторов мы выяснили, что они относятся к классам сложных эфиров, ароматических альдегидов и кетонов, фенолов и спиртов: изопентилацетат, геранилацетат, аллилгексаноат, неролилацетат, изоамилизовалерат, ванилин, коричный альдегид, гекс-2-еналь, цитраль, диацетил и многие другие. При нагревании в процессе парения из этих веществ могут образовываться различные карбоновые кислоты, спирты, углекислый газ, вдыхание паров которых приводят к замедлению работы головного мозга, жжению в горле, одышке, почечной недостаточности и, непосредственно, пагубно воздействуют на легкие. Из коричневого альдегида и ванилина при нагревании могут образовываться стирол и пирокатехин, которые обладают раздражающим, мутагенным, канцерогенным эффектами, вызывают аллергию и дерматит. В дальнейших исследованиях будут подробно изучены возможные продукты разложения ароматизаторов, их токсичность и даны рекомендации по использованию.

Таким образом, проанализированный материал позволяет сделать выводы, что наличие ароматизаторов в парительной смеси, может послужить фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний, оказывают негативное влияние на ЦНС, вызывать поражение различных органов и систем человека.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Inflammatory and Oxidative Responses Induced by Exposure to Commonly Used e-Cigarette Flavoring Chemicals and Flavored e-Liquids without Nicotine / T. Muthumalage, M. Prinz, K. O. Ansah // *Frontiers in Physiology*. 2018 [https:// doi.org/10.3389/fphys.2017.01130](https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01130).

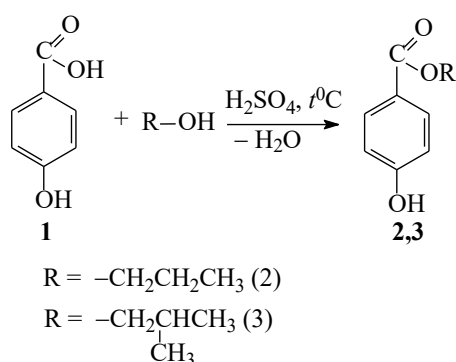


**ПАРАБЕНЫ: СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ**

Парабены – сокращенное название сложных эфиров *n*-гидроксibenзойной кислоты (1). По своим выраженным бактерицидным свойствам они превышают бензойную и салициловую кислоты и используются в значительно меньших концентрациях. В настоящее время парабены самые популярные консерванты из-за широкого антимикробного спектра действия, особенно против плесени и дрожжей.

Алифатические сложные эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты применяются в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. В малых концентрациях эти соединения удлиняют срок годности продуктов, предотвращают рост плесневых и дрожжевых грибов, угнетают функцию митохондрий, что сказывается на жизнедеятельности микроорганизмов [1].

Цель данной работы – получить некоторые представители парабенов в лабораторных условиях. В качестве субстрата использовали 4-гидроксibenзойную кислоту, а реагентов – пропан-1-ол и 2-метилпропан-1-ол. Реакцию этерификации проводили при слабом кипении спирта в присутствии катализатора серной кислоты. Контроль протекания реакции проверяли методом ТСХ. Целевые продукты выделяли фильтрованием образующегося осадка с последующей перекристаллизацией из этилового спирта. В результате пропиловый и изобутиловый эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты (2, 3) были получены с выходом 75 и 70%, соответственно (схема) [2].



Пропиловый эфир 4-гидроксibenзойной кислоты использовали как консервант для получения твёрдых духов на масляно-восковой основе. Два образца духов (с добавлением парабена (0,4%) и без него) оставили в открытом виде на 5 дней. В результате образец с добавлением парабена сохранил устойчивый запах, а в образце без добавления парабена запах был не ярко выраженный.

Таким образом, исследования по применению синтезированных парабенов можно расширить и на другие продукты косметической промышленности, так как альтернативу таким эффективным и простым химическим веществам найти непросто, хотя поиск и исследования аналогов продолжаются постоянно в научно-исследовательских лабораториях. Без консервантов ни один косметический препарат не может использоваться дольше 2 недель. Если на упаковке стоит больший срок, значит, в косметических продуктах содержатся другие компоненты: сульфаты, спирт, эфирные масла – все эти заменители консервантов могут вызывать аллергические реакции, пересушивать кожу и ускорять процессы старения.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Беликов, О.Е. Консерванты в косметике и средствах гигиены: монография/ О.Е. Беликов, Т.В.Пучкова/ – М.: Школа косметических химиков. – 2003. – 245 с.
2. Вейганд К., Хильгетаг Г. Методы эксперимента в органической химии/ – М.: Химия. 1968. – 944 с.

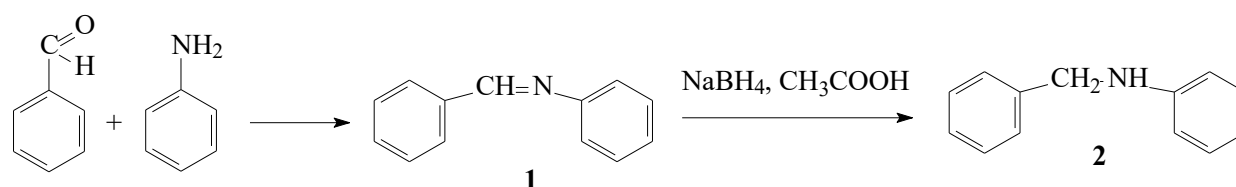
**СИНТЕЗ N-БЕНЗИЛАНИЛИНА РЕАКЦИЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
БЕНЗАЛЬАНИЛИНА ТЕТРАГИДРОБОРАТОМ НАТРИЯ**

Амины находят широкое применение в фармацевтической промышленности. Например, в синтезе таких лекарственных препаратов как новокаин, спазмолитин, парацетамол, а также ряда сульфаниламидных препаратов. Вторичные амины часто применяются в роли красителей, репеллентов, добавок к топливу и моторным маслам, могут служить сырьём в синтезе соединений для защиты от коррозии.

Синтез вторичных аминов реакцией алкилирования первичных аминов галогенопроизводными углеводов или спиртами, как правило, приводит к продуктам исчерпывающего алкилирования, т.е. получению третичных и четвертичных аминов. Это можно объяснить увеличением нуклеофильных свойств аминов с увеличением положительного индуктивного эффекта заместителей.

Целью нашей работы было получить вторичный амин реакцией восстановления бензальанилина (1). Последний был получен по методике [1] реакцией взаимодействия бензальдегида с ароматическим амином – анилином.

В качестве восстановителя соединения **1** использовали тетрагидроборат натрия. К раствору азометина в бензоле, охлажденному до 0°С прибавляли двухкратный избыток тетрагидробората натрия и шестикратный избыток ледяной уксусной кислоты. Реакцию вели при охлаждении 2ч, затем при комнатной температуре 20ч [2, 3]. Контроль проведения процесса проверяли методом ТСХ. Для этого пробу реакционной смеси обрабатывали насыщенным раствором щелочи, что бы перевести продукт реакции из соли в молекулярную форму. Целевой продукт выделяли фильтрованием образующегося после нейтрализации кислоты осадка с последующей перекристаллизацией из этилового спирта. N-Бензиланилин (**2**) получен с выходом 72%.



Таким образом, данный метод получения вторичных аминов является рациональным в практическом применении. N-Бензиланилин представляет собой потенциальное активное вещество и может участвовать в последующих превращениях, как по аминогруппе, так и по ароматическим циклам с целью синтеза новых соединений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Органическая химия. Лабораторный практикум по органическому синтезу: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей/ А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько, С.Г. Михаленок; под ред. А. Э. Щербины. – Минск: БГТУ, 2006. – С 334–335.
2. Stephen A. Lawrence. Amines. Synthesis, Properties and Applications / Chemistry –2004. P. 362.
3. Реутов, О.А. Органическая химия / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин; – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. Т. 3, 544 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛЕКАРСТВЕННОЙ СУБСТАНЦИИ  
В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА ЛАКТАТА КАЛЬЦИЯ ПЕНТАГИДРАТА**

Лактат кальция является синергистом антиоксидантов, оказывает противомикробное действие, подавляет размножение *Staphilococcus aureus*, *E. coli*, молочнокислых бактерий, возбудителей *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Listeria*. В косметологии раствор лактата кальция нашел применение для пластификации альгинатных масок, для производства щадящих отбеливающих зубных паст.

Цель настоящей работы заключается в разработке рекомендаций по контролю качества лекарственной субстанции в процессе синтеза лактата кальция пентагидрата.

Подготовка должна начинаться с проверки качества исходного сырья, так как в процессе хранения молочная кислота подвергается межмолекулярной этерификации, давая лактоилмолочную кислоту, лактиды и полилактиды. Для учета количеств этих примесей проводилось кислотно-основное титрование. Синтез лактата кальция осуществлялся путем ионного обмена между карбонатом кальция и молочной кислотой. В научной литературе [1] описывается влияние кристаллической структуры карбоната кальция (арагонит, кальцит) и концентрации молочной кислоты на синтез лактата кальция. Для настоящего синтеза использовался реактивный кальций углекислый. Получение кальциевой соли молочной кислоты проводили при температуре реакции около 60°C при постоянном перемешивании. Увеличение концентрации водного раствора молочной кислоты (более 2,0 моль %) повышало вязкость суспензии и, как результат, снижало выход целевого продукта, который составил не более 87% от теоретического.

Выделенную соль анализировали согласно критериям качества, среди которых показатели прозрачности и степени мутности, растворимости, степени окрашивания раствора соли. Проведены эксперименты по определению доброкачественности и подлинности.

Рекомендуется осуществлять опыты по определению кислотности или щелочности соли на стадии синтеза, что способствует выдерживанию всех последующих испытаний. Данный эксперимент можно проводить следующим образом: к аликвоте раствора соли, взятой из реакционной массы, добавляют необходимое количество дистиллированной воды, не содержащей диоксида углерода Р, для получения раствора S, который описывается в частной фармакопейной статье на указанную лекарственную субстанцию. Затем определяют значение рН приготовленного раствора S потенциометрически либо с использованием кислотно-основных индикаторов. В случае несоответствия требованиям Государственной Фармакопеи РБ предлагается проведение корректировки рН на данном этапе.

В случае несоответствия по степени окрашивания раствора S соли лактата кальция пентагидрата уместно осуществить кипячение реакционной смеси с активированным углем на стадии синтеза.

Для способствования прохождению испытаний по определению прозрачности и степени мутности раствора S соли рекомендуется смесь по завершению реакции отфильтровать от твердых примесей карбоната кальция и активированного угля.

Финальным контролем синтезированного препарата может служить регистрация ИК-спектра лактата кальция и его соотнесение со спектром фармакопейного стандартного образца. Для этого необходимо упарить некоторую часть раствора после предварительного фильтрования от твердых веществ и осуществить пробоподготовку высушиванием соли для удаления кристаллизационной воды.

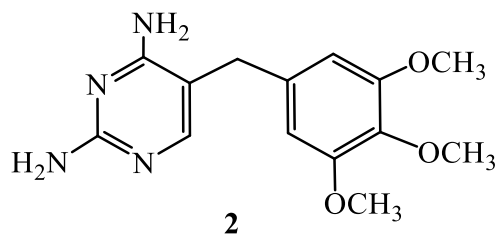
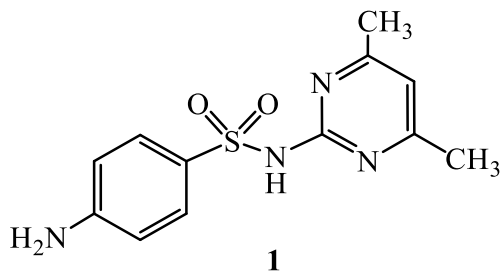
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Park, J.W. Effects of Precipitated Calcium Carbonate Morphology on the Synthesis of Calcium Lactate / J.W. Park, C. Han // Resources Processing. – 2008. – Vol. 55, № 1. – P. 12–15.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СУБСТАНЦИЙ  
ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «АНТИДИАРИН»**

Развитие промышленного скотоводства вызывает значительное беспокойство из-за возможности заболевания животных желудочно-кишечными болезнями, что создает сложную ветеринарную и важную экономическую проблемы. Изменение эпидемиологической ситуации, возникающей с усилением массовой глобализации мировой экономика, ставит задачу разработки и применения эффективных лекарственных препаратов, обеспечивающих лечение и поддержание продуктивности животных. Цель настоящей работы заключается в разработке и апробации методик количественного определения компонент комбинированного ветеринарного препарата «Антидиарин», которые позволяют обеспечить контроль качества названного препарата на соответствие техническим требованиям.

Анализ химической структуры лекарственных субстанций ветеринарного препарата «Антидиарин» указывает на то, что все три компонента, входящие в его состав: сульфадимидин **1**, триметоприм **2** и колистин сульфат, который является антибиотиком, продуцируемым некоторыми штаммами бактерий, содержат ароматические или алифатические аминогруппы.



На основании этого было сделано предположение, что суммарное количество лекарственных субстанций можно определить нитритометрическим титрованием. Произведены расчеты титра каждой компоненты препарата на 0,1 М раствор нитрита натрия, стандартизация которого осуществлялась по навеске сульфаниловой кислоты. Показано, что на одну таблетку препарата, удовлетворяющую техническим требованиям, потребуется 8,6-9,5 мл раствора. Очевидным недостатком этого метода является то, что полученные результаты не позволяют сделать вывод о количественном содержании каждой лекарственной субстанции в комплексном препарате.

Использование высокоэффективной жидкостной хроматографии [1] для анализа комбинированного ветеринарного препарата «Антидиарин» позволяет осуществить количественное определение каждой из компонент, при этом количественное определение сульфадимидина осуществляют одновременно с колистин сульфатом, используя в качестве элюента ацетонитрил в смеси с буферным раствором на основе сульфата натрия и фосфорной кислоты. Определение триметоприма проводят в отдельном эксперименте с использованием в качестве элюента ацетонитрила в смеси с буферным раствором на основе трифторуксусной кислоты. Количественное содержание лекарственных субстанций рассчитывают по отношению площадей пиков испытуемого раствора и рабочего стандартного раствора для каждой компоненты препарата. Проведенный эксперимент подтвердил соответствие анализируемых образцов техническим требованиям производителя.

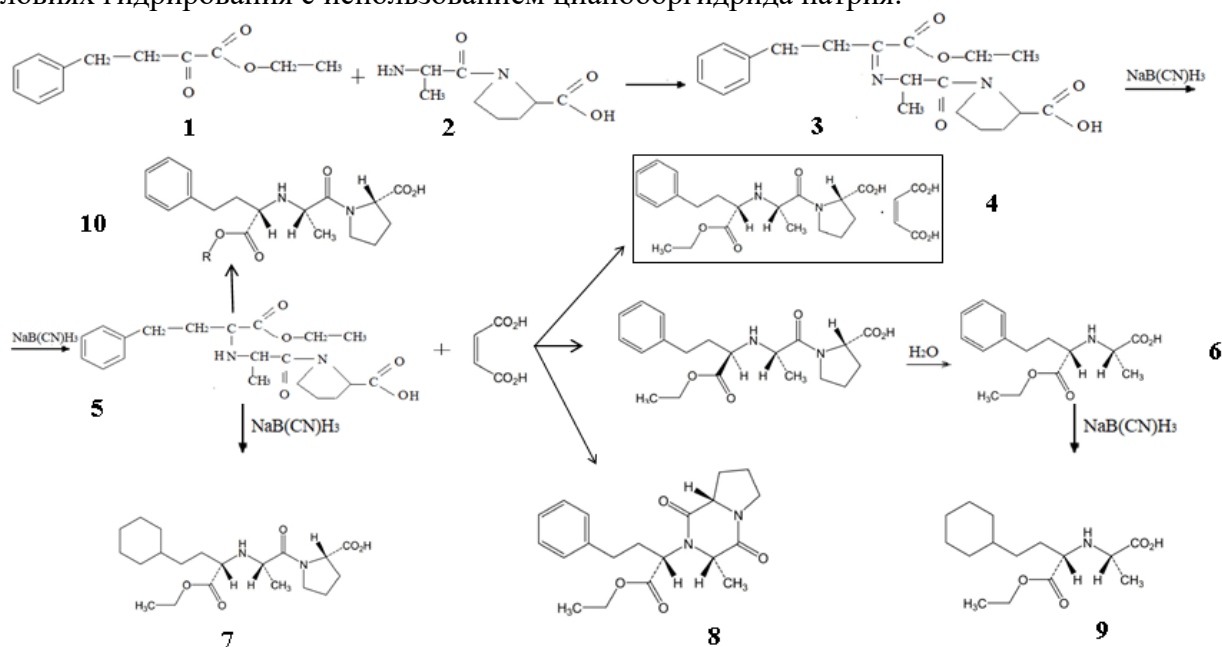
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь II, том 1. Общие методы контроля лекарственных средств / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. — Молодечно: Тип. «Победа», 2012. — 1220 с.

**ИСТОЧНИК И КОНТРОЛЬ ПРИМЕСЕЙ В СИНТЕЗЕ ЭНАЛАПРИЛА МАЛЕАТА**

Целью настоящей работы является выявление источников примесей и определение их состава в результате получения эналаприла малеата.

Одним из методов получения эналаприла малеата (4) является восстановительное алкилирование этиловым эфиром 2-оксо-4-фенилбутановой кислоты (1) аланилпролина (2) в условиях гидрирования с использованием цианоборгидрида натрия.



В синтезе эналаприла малеата помимо основного компонента могут быть примеси:

- эналаприл (5), в случае его применения в избыточном количестве на предыдущей стадии;
- (2S)-2-[[[(1S)-1-(этоксикарбонил)-3-фенилпропил]амино]пропионовая кислота (6) получается при гидролизе (5);
- этиловый эфир (2S)-2-[[[(3S,8aS)-3-метил-1,4-диоксо-октагидропирроло[1,2-a]пиазин-2-ил]-4-фенилбутановая кислота (8) возникает в результате внутримолекулярного ацилирования карбоксильной группой вторичного амина;
- (2S)-2-[[[(1S)-3-циклогексил-1-(этоксикарбонил)пропил]амино]пропионовая кислота (9) является результатом восстановления (6) цианоборгидридом натрия;
- (2S)-1-[(2S)-2-[[[(1S)-3-циклогексил-1-(этоксикарбонил)пропил]амино]пропаноил]пирролидин-2-карбоновая кислота (7) образуется при восстановлении (5) цианоборгидридом натрия;
- R= H: (2S)-1-[(2S)-2-[[[(1S)-1-карбокси-3-фенилпропил]амино]пропаноил]пирролидин-2-карбоновая кислота (10) – диастереомер эналаприла.

Наилучшим образом присутствие данных примесей устанавливаются методом жидкостной хроматографии. Условия хроматографирования и предельное содержание примесей представлено в частной фармакопейной статье на эналаприла малеат [1].

Зная состав и пути образования примесей, можно в дальнейшем сократить их содержание, варьируя условия проведения синтеза.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь. В 3 т. Т. 3. Контроль качества фармацевтических субстанций / УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Минск: Минский государственный ПТК полиграфии им. В. Хоружей, 2009. – с. 728.

**SYNTHESIS OF 2,3,11,12-DIBENZO-1,4,7,10,13,16-HEXAOXACYCLOOCTADECА-2,11-DIENE**

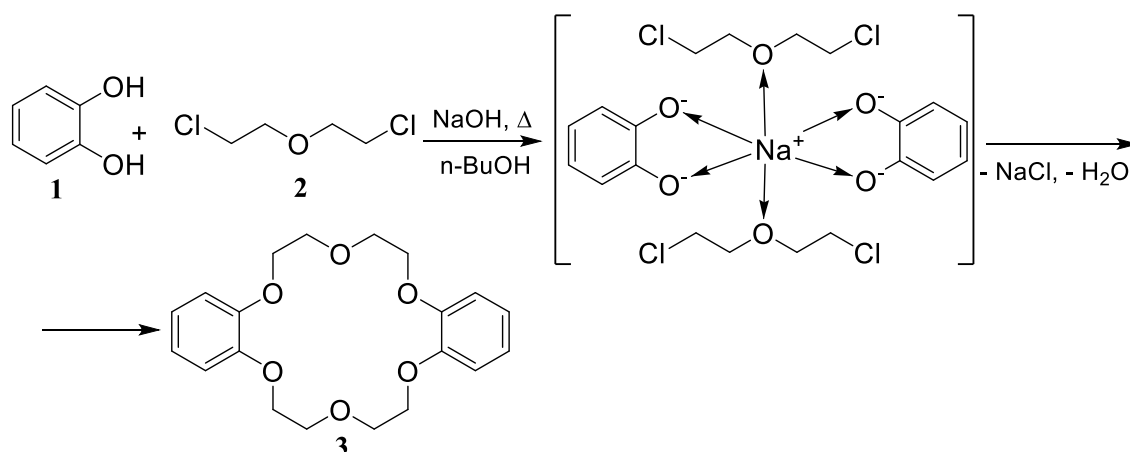
The formation reaction of dibenzo-18-crown-6 (2,3,11,12-dibenzo-1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadeca-2,11-diene, DB18C6) is a matrix reaction, which is carried out due to the so-called template effect. The reason for the formation of a cyclic product is the ability of  $\text{Na}^+$ -ion to organize reacting substances around itself, which results in formation of an intermediate that is pre-organized for the formation of a macrocyclic compound. The functional groups  $-\text{OH}$  and  $-\text{Cl}$  come into direct contact through coordination with the sodium-ion, a fast cyclization occurs. An organic base is unable to cause the formation of this intermediate, the reaction proceeds along an intermolecular path leading to polymeric products, not along an intramolecular pathway. It is thought that  $\text{Na}^+$ -ion is a template for the reaction. The metal cation acts as a stabilizer of the cyclic intermediate, due to which the rate of formation of the cyclic product sharply increases.

A unique property of crown compounds is their ability to form with high selectivity “guest-host” complexes with certain metal ions, which are incorporated into the internal cavities of ligand molecules. The selectivity of complexation in the first-order approximation is determined by the match of the sizes of the metal cation and the cavity.

This ability underlies the practical application of these compounds. The use of crown ethers as extractants is determined by a rare combination of opposite properties – a hydrophilic cavity that is formed by electron-donor atoms and a hydrophobic outer shell. Crown compounds allow to dissolve significant amounts of inorganic compounds with organic solvents. It is possible to use monomers, polymers and immobilized crown compounds as phase-transfer catalysts. Ion-selective electrodes based on various types of macrocyclic compounds have been developed and are being industrially produced.

Crown ethers also have antimicrobial and antiparasitic activity. Moreover, they help to remove ions of toxic heavy metals, radioactive isotopes of cesium and strontium from the body.

We synthesized dibenzo-18-crown-6 according to an original method [1]. Crown ether (**3**) was obtained by the interaction of  $\beta,\beta'$ -dichlorodiethyl ether (**2**) with pyrocatechol (**1**), which was carried out in *n*-butanol environment in the presence of sodium hydroxide at an elevated temperature with stirring. Then the solvent was distilled off from the reaction solution. The target product (**3**) was isolated by precipitation with acetone.



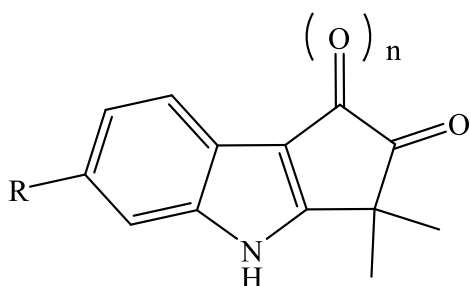
Yield 41%. Physicochemical parameters correspond with those in the literature.

**LITERATURE**

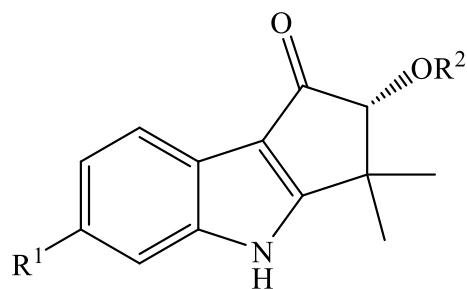
1. Pedersen, C. J. Cyclic Polyethers and Their Complexes with Metal Salts / C. J. Pedersen // J. Am. Chem. Soc. – 1967. – Vol. 89, № 10. – P. 7017–7036.

**СИНТЕЗ 1,2,3,4-ТЕТРАГИДРОЦИКЛОПЕНТА[b]ИНДОЛА**

Синтетические производные тетрагидроциклопента[b]индола являются важным классом биологически активных соединений. Примером таких соединений являются бруцеоллины. Они представляют собой небольшую группу природных веществ, содержащих высокоокисленный циклопен [b]индольный фрагмент. Первоначально вещества этой группы были выделены в 1994 г. из корневой древесины *Brucea mollis*. Род *B. mollis* встречается в южном Китае и традиционно используется как средство от малярии и других паразитарных заболеваний [1].

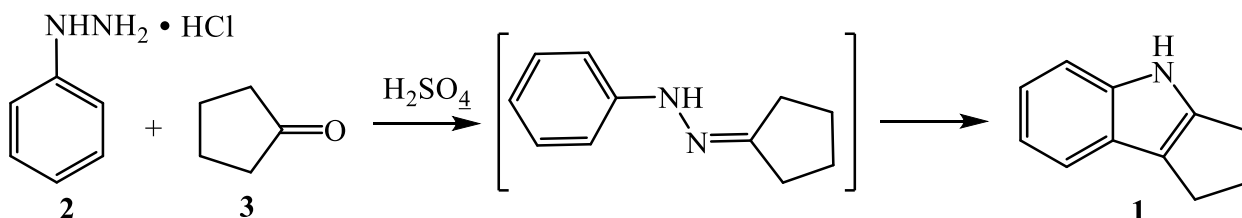


R=H, n=0 – бруцеоллин D;  
R=H, n=1 – бруцеоллин E;  
R=OH, n=1 – бруцеоллин H;



R<sup>1</sup>=H, R<sup>2</sup>=H – бруцеоллин J;  
R<sup>1</sup>=OH, R<sup>2</sup>=H – бруцеоллин I;  
R<sup>1</sup>=H, R<sup>2</sup>=Glu – бруцеоллин K

В рамках данной работы был осуществлён синтез 1,2,3,4-тетрагидроциклопента[b]индола **1** по методу Фишера [2]. В качестве исходных веществ были использованы фенилгидразин гидрохлорид **2** и циклопентанон **3**.



Методика синтеза по Фишеру, приводимая в большинстве прописей как универсальный метод (с использованием в качестве катализатора реакции ледяной уксусной кислоты), не зарекомендовала себя как удовлетворительная. В качестве рационального решения, с целью увеличения выхода целевого продукта, синтез проводился в водной среде с добавлением в качестве катализатора концентрированной серной кислоты. Мольное соотношение фенилгидразина гидрохлорида, циклопентанона и серной кислоты – 2:2:1. Выход составил 60%.

Индивидуальность синтезированных соединений подтверждена методом ТСХ, а структура доказана данными ПМР-спектроскопии.

**ЛИТЕРАТУРА**

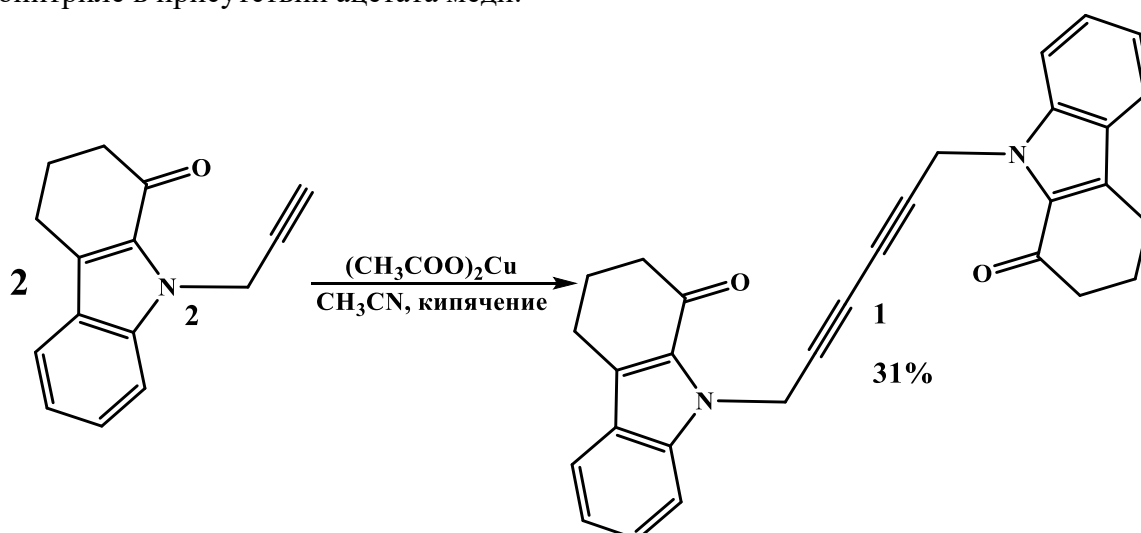
1. Dethe, D. H. Concise asymmetric total synthesis of bruceollin J / D. H. Dethe, B.V. Kumar // *Organic Chemistry Frontiers*. – 2015. – Vol. 2, № 5. – P. 548 – 551.
2. Xu, D.-Q. et al. Fischer indole synthesis catalyzed by novel SO<sub>3</sub>H-functionalized ionic liquids in water // *Green Chemistry*. – 2009. – Vol. 11, №8. – P. 1239 – 1246.

**СИНТЕЗ ДИМЕРА N-ПРОПАРГИЛИРОВАННОГО ТЕТРАГИДРОКАРБАЗОЛ-1-ОНА**

Одним из наиболее полезных превращений терминальных алкинов является межмолекулярное и внутримолекулярное гомо- и кросс-сочетание за счёт *sp*-углеродных центров, ведущие к диинам и полиинам. Относительно высокая реакционная способность полиинов обуславливает их биологическую активность. Соединения, содержащие в своей структуре две и более сопряжённые или изолированные тройные связи, широко распространены в биологических системах. Многие природные полиацетилены выделены из эфирных масел растений, кроме того они встречаются в грибах, микроорганизмах и морских беспозвоночных.

Симметричные диацетилены могут быть получены путём окислительного гомо-сочетания из терминальных алкинов в присутствии солей меди (I) (реакция Глейзера) и меди (II) (реакция Эглинтонна). Несимметричные диины для предотвращения образования смеси продуктов лучше получать по реакции кросс-сочетания Ходкевичу-Кадю, в этом случае ацетилены реагируют с галоалкинами в присутствии солей меди (I).

Синтез 9,9'-(гекса-2,4-диин-1,6-диил)бис(2,3,4,9-тетрагидро-1H-карбазол-1-она) **1** был осуществлен нами кипячением 9-(проп-2-ин-1-ил)-2,3,4,9-тетрагидро-1H-карбазол-1-она **2** в ацетонитриле в присутствии ацетата меди.



Полученный гексадиин **1** крайне интересен для изучения его биологических и физико-химических свойств. Так путём дальнейшей модификации, направленной на превращения за счёт наличия в структуре замещённого диацетилена **1** двух тройных связей, можно выйти на соединения, совмещающие в своей структуре два остова тетрагидрокарбазолона и другие гетероциклы. Такие гибридные структуры интересны для изучения их биологической активности [1, 2]. Также интерес представляет дальнейшая модификация структуры **1** за счёт реакции ацетилен-алленовой перегруппировки под действием оснований.

Индивидуальность синтезированного соединения подтверждена методом ТСХ, а структура доказана данными ЯМР- и ИК-спектроскопии.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Sokolov, V.B. N-Propargyltetrahydrocarbazoles and N-propargyltetrahydro- $\gamma$ -carbolines in 1,3-cycloaddition with azide-containing pharmacophores / V.S. Sokolov [et al.] // Russian Chemical Bulletin, International Edition. – 2019. – Vol. 68, № 7. – P. 1424–1428.
2. Su, L. Design, synthesis and evaluation of hybrid of tetrahydrocarbazole with 2,4-diaminopyrimidine scaffold as antibacterial agents / L. Su [et al.] // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2019. – Vol. 162. – P. 203–211.



### ХИТОЗАН

В 1823 г. было опубликовано открытие французского химика Огюста Одье, который выделил из кутикулы майского жука фракцию, нерастворимую в щелочи (гидроксиде калия), названную хитином — от греческого слова «хитон». В 1859-м Шарль Руже сплавил хитин с гидроксидом натрия при температуре 180–190 С, получив хитозан. Это название дал полимеру немецкий химик Феликс Гоппе-Зейлер 35 лет спустя [1–3].

Хитозан и в настоящее время получают из хитина, который занимает после целлюлозы второе место по распространенности в природе, так как является основным компонентом панцирей ракообразных, кутикул насекомых и пауков, клеточных стенок грибов, также встречается у моллюсков, круглых червей и зеленых водорослей. По структуре хитин — это линейный полисахарид, макромолекулы которого состоят из 2-ацетида-2-дезоксид-β-D-глюкопиранозы, соединенных между собой (1→4)-гликозидной связью. Отщепление ацетильных групп хитина происходит в относительно жестких условиях (40-49%-ный водный раствор NaOH, при температуре 110–140° С, в течение 4–6 часов), причем степень деацетилирования (СД), то есть доля отщепившихся ацетамидных групп в расчете на одно элементарное звено, составляет обычно 0,8–0,9 [1]. В этих условиях также протекает разрыв гликозидных связей, изменяется молекулярная масса, надмолекулярная структура и др.

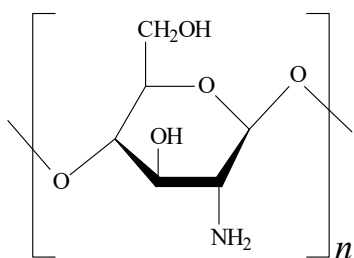


Рисунок – Формула хитозана

В результате образуется хитозан, который представляет собой смесь полимеров с разной молекулярной массой и степенью деацетилирования, содержащих 5–15% ацетамидных групп а также до 1% групп, соединенных с аминокислотами и пептидами.

Благодаря наличию свободных amino- и гидроксильных групп хитозан образует водородные связи с органическими водорастворимыми веществами, например, с различными токсинами.

Кроме того, хитозан может присоединять ионы водорода, приобретая при этом положительный заряд, что обеспечивает ему свойства хорошего анионита, а также растворяется в водных растворах кислот. Это биоактивный, биосовместимый, биоразлагаемый и нетоксичный полимер с уникальными свойствами, что обеспечивает ему широкое применение при изготовлении продуктов питания, косметики, в сельском хозяйстве, особенно в медицине [1–4].

Из хитозана делают волокна, порошки, пленки, губки, шарики, растворы, гели и капсулы. Волокна и пленки идут на изготовление перевязочных и шовных материалов [2]. Эти материалы не вызывают аллергии, постепенно разлагаются, быстро останавливают кровотечение, предотвращают развитие инфекции. Кроме того, хитозан не усваивается организмом человека и применяется как энтеросорбент в качестве компонента пищи или лечебно-профилактического препарата. По аналогичным направлениям хитозан находит применение в ветеринарии и животноводстве.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Камская В.Е. Хитозан: структура, свойства и использование // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 6. – С. 36–42.
2. Ручкина Н. Ради хитозана разденем таракана // Химия и жизнь. – 2020. – № 1.
3. Хитозан: [Электронный ресурс]. – 2020. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – Дата доступа: 19.11.2020.
4. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. Ред.: Скрыбин К.Г., Вихорева Г.А., Варламов В.П.– М.: Наука, 2002. 365 с.

### ЭФИРНЫЕ МАСЛА: ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ

Эфирные масла – это летучие, как правило, жидкие смеси органических веществ, вырабатываемые растениями и обуславливающие их запах. По химической природе вещества, входящие в состав эфирных масел, представляют собой смесь терпеновых углеводородов и их кислородсодержащих производных, гетероциклических соединений и соединений ароматического ряда [1].

Эфирные масла практически нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в жирах, растительных маслах, эфире, спиртах, смешиваются в любых соотношениях с жирами и жирными маслами. Плотность эфирных масел находится в пределах от 0,84 до 1,18 г/см<sup>3</sup>. Они летучи уже при комнатной температуре и легко испаряются при нагревании. Запах и вкус эфирных масел специфичен. Реакция масел нейтральная или кислая. При охлаждении эфирных масел некоторые компоненты выкристаллизовываются (анетол, ментол, тимол, камфора).

Эфирные масла получают из растений, принадлежащих примерно к девяноста семействам. Из различных частей одного и того же растения могут быть извлечены разные эфирные масла. Свойство вырабатывать эфирные масла не у всех растений выражено одинаково. Злаки, осоки, пальмы почти лишены эфирных масел. Растения семейств яснотковые, астровые, сельдерейные, лавровые, миртовые, хвойные, померанцевые богаты эфирным маслом. Количество эфирного масла в растениях колеблется в широких пределах – от тысячных долей до 25%.

Эфирные масла концентрируются в различных органах и тканях растений: в листьях, цветках, семенах, кожуре плодов, коре, цветочных почках, древесине, корнях.

Значение эфирного масла для растений огромно: оно служит для защиты растений от патогенных микроорганизмов, насекомых, грызунов. Запах цветков привлекает насекомых-опылителей, эфирные масла предохраняют растение от перегрева днем и переохлаждения ночью. Состав эфирных масел может быть как очень простым (2–3 основных компонента, составляющих 95–98% всего масла), так и достаточно сложным (100–500 компонентов). Аромат масел связан с наличием летучих компонентов с температурами кипения между 150°С и 300°С. Физиологическая активность эфирных масел обычно определяется ведущими макрокомпонентами, в свою очередь, микрокомпоненты усиливают целебные свойства масел [1, 2].

Эфирные масла обладают чрезвычайно широким спектром действия на организм, что обуславливает их применение в промышленности, медицине и парфюмерии. Биологическая активность эфирных масел зависит от их компонентного состава, качественные и количественные характеристики которого, в свою очередь, определяются хемотипом растений, почвенно-географическими условиями их произрастания, особенностями технологии заготовки и обработки растительного сырья и рядом других факторов [2].

Наиболее выраженными являются бактерицидные и фунгицидные свойства эфирных масел, что может быть успешно использовано для создания новых эффективных экологически безопасных фитопрепаратов. Последние обладают рядом преимуществ перед синтетическими лекарствами: возможность их комбинированного использования, меньшая частота побочных эффектов и противопоказаний. Эти особенности способствуют их широкому применению в клинической практике.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Атажанова, Г.А. Терпеноиды эфирных масел растений. Распространение, химическая модификация и биологическая активность / Г.А. Атажанова. – М., 2008. – 288 с.
2. Гуринович, Л.К. Эфирные масла: химия, технология, анализ и применение / Л.К. Гуринович, Т.В. Пучкова. – М., 2005. – 192 с.

**СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ, ВЫЗЫВАЮЩИХ НИТЧАТОЕ ВСПУХАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА В АЭРОТЕНКАХ ГОРОДСКОЙ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ**

Нитчатые формы бактерий при массовом развитии вызывают на очистных сооружениях вспухание активного ила, приводящее к повышенному выносу ила с отстаиваемой водой из-за нарушения процесса его осаждения во вторичных отстойниках [1]. Это явление – одна из наиболее распространенных проблем в практике биологической очистки сточных вод.

Целью настоящей работы являлось изучение характеристик одного из видов нитчатых бактерий, постоянно в массе присутствующих в иловой смеси городской очистной станции.

Морфологические характеристики микроорганизмов изучали с помощью микроскопа «Биологический». Применяли стандартные методы окрашивания [2]. Согласно полученным результатам, исследованные бактерии представляют собой палочковидные клетки размером  $3,0 \times (1,5-2,0)$  мкм с перитрихальным типом жгутикования, грамположительные, спор, капсул, чехлов не образуют, на плотной и в жидкой средах формируют нитчатые структуры длиной до 250 мкм.

Показано, что бактерии утилизируют в качестве источника углерода широкий спектр моно- и дисахаридов, что может привести к их чрезмерному развитию в сточных водах предприятий пищевой промышленности. Источником азота для них служит азот аминокислот, азот в составе неорганических соединений не утилизируют. Данные микроорганизмы являются ауксотрофными.

Для установления отношения нитчатых бактерий к факторам среды их выращивали на среде ММ9 с добавлением дрожжевого экстракта [2]. Культивирование осуществляли с использованием шейкера-инкубатора Environmental Shaker-incubator ES-20 (BIOSAN, Латвия). Оптическую плотность суспензий измеряли при помощи спектрофотометра ScanDrop<sup>2</sup> (Analytikjena, Германия) при длине волны 600 нм (кюветы с толщиной оптического слоя 1 см).

Установлено, что бактерии способны к росту в интервале температур 15–40°C с оптимумом при 25–30°C, что способствует их массовому развитию в аэротенках в летний период. При культивировании при температуре 40°C и более рост данных микроорганизмов угнетался либо прекращался. В холодное время года при температуре иловой смеси около 15°C вероятность нитчатого вспухания, вызванного данным видом бактерий, минимальна. Показано, что изменение температуры культивирования не влияет на морфологию нитей.

Наиболее интенсивный рост исследованных микроорганизмов наблюдался в диапазоне рН 7,0–7,5. При нейтральных значениях рН бактерии образовывали длинные недеформированные нити, при рН 8,0–9,5 наблюдался распад нитей на более короткие участки либо отдельные клетки, низкие значения рН угнетали рост культуры и вызывали деформацию нитей. Значительное увеличение скорости роста культуры наблюдалось при отсутствии перемешивания. Это свойство может способствовать массовому развитию этого вида бактерий при нарушениях режима аэрирования в аэротенках.

По результатам проведенных исследований для снижения вероятности развития данных бактерий в очистных сооружениях можно рекомендовать повышение аэробности системы, поддержание значения рН на уровне 6,0–6,5, ограничение поступления легкоутилизуемых углеводов со сточными водами предприятий, поддержание интенсивного перемешивания иловой смеси во избежание образования застойных зон.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. Белясова, Н.А. Микробиология. Лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов специальностей «Биотехнология», «Биоэкология», «Биология» / Н.А. Белясова. – Минск: БГТУ, 2007. – 160 с.

**АНАЛИЗ ДЕТОКСИКАЦИИ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ЖЕЛЧИ**

Переработка и применение иловых осадков сточных вод очистных сооружений является актуальной эколого-биотехнологической задачей, решение которой позволит защитить окружающую среду от загрязнений и использовать дополнительные биоресурсы [1].

Большинство токсичных веществ в ОСВ находится в связанном состоянии и слабо доступно для биотестирования их токсичности. Для увеличения их доступности тест-культурам могут быть использованы различные поверхностно-активные вещества (ПАВ) как синтетической природы (СПАВ), так и биогенного происхождения (биоПАВ). Недостатком СПАВ является их повышенная токсичность для тест-культур.

Целью работы являлось определение оптимальной концентрации желчи для детоксикации ОСВ. В работе использовали клетки микроводоросли *Euglena gracilis* из коллекции кафедры биотехнологии БГТУ; ОСВ УП «Минскводоканал»; в качестве биоПАВ служила желчь крупного рогатого скота.

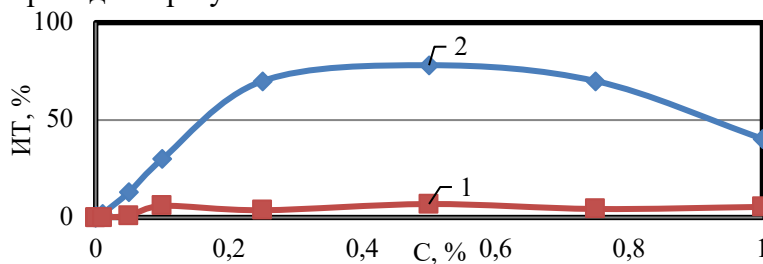
ОСВ нагревали на водяной бане до 100°C в течение 30 мин, фильтровали через бумажный фильтр, отделяли надосадочную жидкость и анализировали ее токсичность при 20°C. Обработку ОСВ желчью проводили в концентрациях 0,001–1,0%, выдерживали 1 ч при 20°C для эмульгирования токсичных веществ, фильтровали и использовали фильтрат для биотестирования его токсичности. Для контроля индекса токсичности (ИТ) вытяжек ОСВ использовали клетки микроводоросли *E. gracilis* из коллекции кафедры БТ БГТУ. ИТ вытяжек определяли путем определения выживаемости тест-культуры клеток через 1 сут:

$$\text{ИТ} = (\text{но}-\text{н})/\text{но},$$

где но, н – количество жизнеспособных клеток тест-культуры в контрольной и тестируемой средах через 1 сутки, соответственно.

Жизнеспособность клеток определяли по наличию их подвижности. Количество живых клеток находили с помощью микроскопа БИОЛАМ.

На рисунке приведены результаты анализа ИТ желчных вытяжек ОСВ.



1 – раствор желчи; 2 – вытяжка иловых осадков

Рисунок – Анализ влияния концентрации биоПАВ на ИТ желчных вытяжек

Как видно из рисунка желчь – не оказывает сама токсичного влияния на тест-культуру. Увеличение концентрации желчи до 0,5% приводит к росту ИТ вытяжек ОСВ, что связано с эмульгирующими свойствами желчи и образованием мицелл (ККМ = 0,5%). Более высокие ее концентрации снижают выход токсичных веществ из ОСВ, что видимо связано с изменением структуры мицелл и превращением их из шаровидной в цилиндрическую форму.

Таким образом, оптимальной концентрацией желчи, необходимой для детоксикации ОСВ является  $C = 0,5\%$ .

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Вострова, Р. Н. Вторая жизнь осадка сточных вод городских очистных сооружений / Р. Н. Вострова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2009. – № 3, ч. 1. – С. 298.

**ДЕТОКСИКАЦИЯ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

В настоящее время в Республике Беларусь накоплено более 4 млн т осадков сточных вод (ОСВ) и ежегодно образуется дополнительно 180-197 тыс. т ОСВ по сухому веществу [1]. Иловые осадки являются агрономически ценным отходом, но их применение в сельском хозяйстве ограничено из-за высокого содержания патогенных микроорганизмов и токсичных веществ. Депонирование осадков в почву приводит к загрязнению окружающей среды и на десятки лет выводит земельные ресурсы из оборота. В этой связи одной из актуальных эколого-биотехнологических задач переработки и использования ОСВ является их обеззараживание и детоксикация.

Применение СВЧ-волн для обработки иловых ОСВ рассматривается одним из перспективных направлений их обезвоживания и обеззараживания [2, 3]. В работе [4] была показана возможность удаления тяжелых металлов при СВЧ-обработке иловых осадков. Для повышения скорости экстракции тяжелых металлов предлагалось также использовать СВЧ обработку в сочетании с различными вспомогательными реагентами.

Цель работы: проверка эффективности детоксикации иловых осадков сточных вод при их водной, желчной и СВЧ обработке.

В работе использовали ОСВ УП «Минскводоканал». В качестве реагентов для детоксикации ОСВ служили вода (100°C), природный эмульгатор – желчь крупного рогатого скота (С = 0,5%). Безреагентную детоксикацию образцов ОСВ (м = 100 г) проводили с помощью СВЧ-печи при 300 Вт, 2 мин. Для контроля индекса токсичности (ИТ) вытяжек ОСВ использовали клетки микроводоросли *Euglena gracilis* из коллекции кафедры биотехнологии БГТУ. Результаты эксперимента представлены на рисунке.

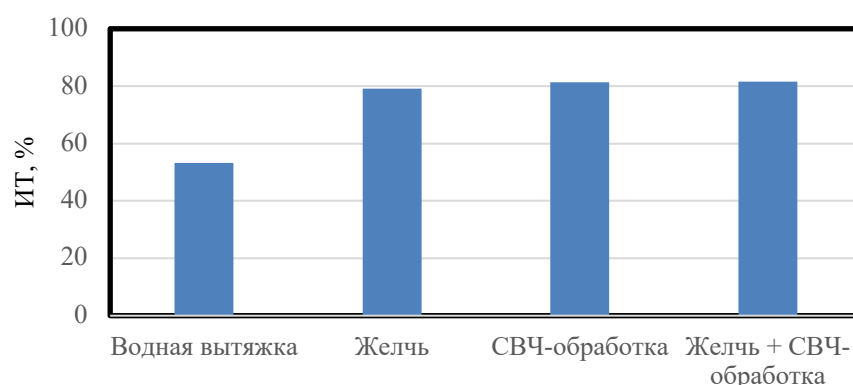


Рисунок – Значения ИТ вытяжек ОСВ после их обработки водой, 0,5% желчью, СВЧ

Как видно из рисунка реагентный и безреагентный способы обработки иловых осадков обеспечивают одинаковый уровень детоксикации ОСВ. Совместное их использование малоэффективно, так как не приводит к изменению уровня детоксикации ОСВ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Вострова, Р. Н. Вторая жизнь осадка сточных вод городских очистных сооружений / Р. Н. Вострова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2009. – № 3, ч. 1. – С. 298.
2. Bennamoun, L. Microwave drying of wastewater sludge: Experimental and modeling study / L. Bennamoun, Z. Chen, M. T. Afzal // Drying Technology. – 2016. – V. 34. – P. 235–243.
3. Игнатенко, А. В. Безреагентное обеззараживание и контроль биобезопасности осадков сточных вод / А. В. Игнатенко // Труды БГТУ. Сер. 2 Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2017. – № 1. – С. 102–105.
4. Microwave-induced heavy metal removal from dewatered biosolids for cost-effective composting // S. Li [et al.] // Journal of Cleaner Production – 2019. – V. 241 – P. 118342–118385.

## ПОДГОТОВКА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ К ВЫДЕЛЕНИЮ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Молочная сыворотка является крупнотоннажным побочным отходом производства переработки молока в творог, сыры, казеинаты. – ее выход составляет до 90% от объема используемого сырья. Основными проблемами использования молочной сыворотки являются ее высокая бактериальная обсемененность, низкое содержание сухих веществ и ограниченный срок хранения, делающими нерентабельными ее транспортировку к местам использования или переработки. В этой связи значительная ее доля сливается в канализацию, тогда как за рубежом до 95% сыворотки перерабатывается.

Наиболее ценным компонентом молочной сыворотки являются сывороточные белки. Технология получения сывороточных белков предусматривает предварительное обезжиривание, осветление (удаление скоагулированных белков, казеиновой пыли), деконтаминирование микроорганизмов молочной сыворотки с последующим концентрированием очищенного раствора до 20-21 % сухих веществ (рисунок 1).

Одним из перспективных направлений переработки молочной сыворотки является использование мембранных технологий, однако их прямое применение невозможно из-за быстрого засорения мембран взвешенными веществами и микроорганизмами, что требует предварительной подготовки молочной сыворотки.

Целью данной работы являлась разработка способа подготовки молочной сыворотки к выделению сывороточных белков.

В работе использовали молочную сыворотку, полученную после кислотной коагуляции молока. Для осветления сыворотки, удаления жиров и микроорганизмов применяли метод На рисунке 2 приведено изменение оптической плотности  $D_{600}$  при центрифугировании молочной сыворотки 10 мин от количества оборотов центрифуги.



Рисунок 1 – Технология получения сывороточных белков из молочной сыворотки

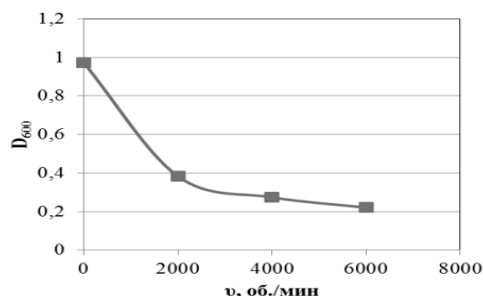


Рисунок 2 – Изменение  $D_{600}$  молочной сыворотки при центрифугировании 10 мин в зависимости от числа оборотов центрифуги

Как видно из рисунка 2, осветление сыворотки протекает при 2000 об/мин и снижает содержание взвешенных веществ на 60%. При этом содержание микроорганизмов, определенное методом билюминесценции, уменьшилось 2,3 раза. Центрифугирование при 8000 об/мин снижало содержание м/о в 143 раза.

Таким образом, метод центрифугирования может быть использован для осветления и деконтаминации молочной сыворотки при ее подготовке к ультрафильтрационному выделению сывороточных белков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Способ гидролиза молочных белков. пат. RU 2292155, Россия, МКИ А23L2/66, А23L1/305, А23J3/34, А23J3/08 / Э. Люпо, де Р. А. Леонардус. ДСМ Ай Пи ЭССЕТС Б. В. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/229/2292155.html>. – Дата доступа 16. 11. 2020.

**АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ПЛОДАХ  
МОРОШКИ ПРИЗЕМНОЙ (*RUBUS CHAMAEMORUS L.*) РАЗЛИЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ**

Морошка приземная (*Rubus chamaemorus L.*) – многолетнее травянистое растение, которое относится к семейству розоцветных. На территории Республики Беларусь морошка слабо плодоносит и находится в угнетенном состоянии, поэтому занесена в Красную книгу [1].

Растения, которые находятся в ухудшающихся условиях произрастания, накапливают и обогащают свой антиоксидантный комплекс, что является следствием повышенного количества многих витаминов, полифенолов и антоцианов и др.

В растениях водорастворимые витамины выполняют роль коферментов оксидоредуктаз, участвуют в образовании хлорофилла, служат защитой от воздействия солнечного света и т.д. [2]. В частности, витамин С обладает антиоксидантными свойствами у растений, а витамин В<sub>2</sub> участвует в процессе дыхания и переноса водорода.

В литературе приведены следующие значения витаминного состава плодов морошки приземной: аскорбиновая кислота – 86-93 мг% для плодов российского произрастания [3] и 65-90 мг% – для белорусского [4]. Рибофлавин – 0,09 мг% [3].

При исследовании аскорбиновой кислоты был использован количественный метод определения по Тильмансу [5]. По результатам экспериментов получили следующие данные: плоды морошки приземной, произрастающей в Латвийской Республике – 81,11 ± 1,56 мг%, в Российской Федерации (Республика Карелия) – 67,68 ± 4,10 мг%, в Республике Беларусь – 20,81 ± 1,37 мг%.

Рибофлавин определяли по методу [6]. По результатам экспериментов получили следующие данные: плоды морошки приземной, произрастающей в Латвийской Республике – 0,151 мг%, в Российской Федерации (Республика Карелия) – 0,112 мг%, в Республике Беларусь – 0,042 мг%.

Разные значения количественного содержания витаминов можно объяснить тем, что на территории Республики Беларусь южная граница ареала, где условия произрастания для морошки приземной менее благоприятные, что доказывает зависимость количественных характеристик от условий природно-климатических зон.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Красная книга Республики Беларусь. – Минск, 2020. – Режим доступа: <https://redbook.minpriroda.gov.by/>. – Дата доступа: 19.10.2020.
2. Коноплева, М. М. Фармакогнозия: природные биологически активные вещества: учеб. пособие. /М. М. Коноплева. – Витебск, ВГМУ, 2006. – 85 с.
3. Шароглазова Л. П. Комплексная переработка ягод морошки приземной (*Rubus chamaemorus*), произрастающей на территории Красноярского края: дис. к-та технич. наук: 05.18.01 / Л. П. Шароглазова. – Красноярск, 2018. – 144 с.
4. Биологически активные вещества растений – изучение и использование: материалы межд. научн. конф. г. Минск, 29–31 мая 2013 г. / Минск: ГНУ «Центральный ботанический сад Академии наук Беларуси», 2013. – 356 с.
5. Леонтьев, В. Н. Биохимия. Лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов по специальностям "Биотехнология", "Биоэкология" / В. Н. Леонтьев, Т. И. Ахрамович. – Минск: БГТУ, 2008. – 213 с.
6. Чупахина, Г.Н. Методы анализов витаминов: практикум / Г.Н. Чупахина, П.В. Масленников; под ред. Г. Н. Чупахина. – Калининград: КГУ, 2004. – 36 с.



**СОДЕРЖАНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЯХ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ**

Морошка приземистая – многолетнее травянистое растение семейства розоцветные с ползучим, длинным, ветвистым корневищем. Является потенциально растением для пищевой и фармацевтической промышленности. Морошка занесена в Красную книгу Республики Беларусь с 1981 года как исчезающий и нуждающийся в охране вид. В настоящее время выделено порядка 12 мест обитания растения на территории страны.

Несмотря на значительный интерес в последнее время к данному виду как редкому и нуждающемуся в охране, так и потенциальному источнику биологически активных веществ, сведений о биохимическом составе морошки недостаточно. Поэтому важно получить новые сведения и изучить биохимический состав различных органов морошки приземистой.

Из биологически активных веществ наибольший интерес при изучении биохимического состава морошки приземистой представляет группа полифенольных соединений – дубильных и красящих веществ (антоцианы, катехины, флавоны) [1]. Известно, что фенольные соединения, которым принадлежит важная роль в формировании фармакологических свойств, являются одним из наиболее распространенных и многочисленных классов природных соединений.

Дубильные вещества находятся в клеточном соке в вакуолях, а при старении клеток адсорбируются на клеточных стенках. В большом количестве они могут накапливаться в подземных органах, коре, древесине, но могут быть обнаружены в листьях и плодах. В листьях дубильные вещества обнаружены в клетках эпидермы и паренхимы, окружающих проводящие пучки и жилки, в корневищах и корнях – накапливаются в паренхиме коры и сердцевинных лучах. Объектами исследований являлись черешки и листовые пластинки растения. Для определения содержания дубильных веществ морошке приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) использовался титриметрический метод, который заключается в определении суммы дубильных веществ в пересчете на танин. За основу взята фармакопейная методика определения содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах [2].

Полученные экспериментальные данные по содержанию дубильных веществ в разных частях морошки приземистой приведены в таблице.

Таблица – Результаты определения содержания дубильных веществ в разных частях морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.).

Содержание ДВ в пересчете на СВ	<i>Rubus chamaemorus</i> L.		
	Озеро Лонно, г. Полоцк, листовые пластинки	Озеро Лонно, г. Полоцк, черешки	Болото Великий мох, листовые пластинки
X, %	9,31	1,76	15,72

Так как дубильные вещества представляют собой вторичные метаболиты, которые синтезируются чаще всего в хлоропластах, накопление их характерно в вакуолях и периплазматическом пространстве клеточной стенки, то содержание дубильных веществ в морошке приземистой больше всего в листьях, что подтверждено экспериментально и хорошо согласуется с литературными данными [1].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Динамика фенольных соединений морошки приземистой (*Rubus Chamaemorus* L.) в онтогенезе / К.Э. Вогулкин, Н.В. [и др.] // Біялогія. – 2008. – С.137–140.
2. Общая фармакопейная статья ОФС.1.5.3.0008.15 «Определения содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах».



**ДЕГРАДАЦИЯ МЕТСУЛЬФУРОН-МЕТИЛА И 2,4-Д БАКТЕРИЯМИ-ДЕСТРУКТОРАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСУБСТРАТОВ**

В настоящее время наиболее перспективным методом очистки объектов окружающей среды от остаточных количеств различных пестицидов является направленная биодеградация, основанная на использовании микроорганизмов, обладающих специальными системами акцептирования и превращения молекул ксенобиотиков в безопасные формы, а также способностью полностью расщеплять опасные соединения. Современный этап исследований микробиологического воздействия на ксенобиотики характеризуется выраженным практическим интересом к изучению способов интенсификации процессов биодеградации (использование косубстратов, иммобилизация клеток микроорганизмов-деструкторов) [1, 2].

В работе использованы штаммы-деструкторы пестицидов на основе 2,4-Д и производных сульфонилмочевины, выделенные из почвы (коллекция микроорганизмов кафедры биотехнологии БГТУ). Ранее нами был отобран наиболее активный штамм бактерий-деструкторов метсульфурон-метила и 2,4-Д, описаны его морфологические и физиолого-биохимические признаки [3]. Следующей задачей научно-исследовательской работы являлся подбор эффективного косубстрата для интенсификации процесса биодеградации указанных пестицидов отобраным штаммом. Для определения наиболее активного косубстрата в процессах деградации бактериями-деструкторам пестицидов метсульфурон-метила и этилгексилового эфира 2,4-Д было изучено влияние следующих источников углерода: 1 %-ная суспензия сапропеля (месторождения сапропеля «Озеро Дикое») 1 %-ная суспензия мелассы, 0,2%-ный раствор глюкозы. В контрольном образце использовали только пестициды в качестве источников углерода без косубстратов.

Численность жизнеспособных клеток бактерий-деструкторов контролировали методом Коха. Остаточное содержание пестицидов в среде контролировали хроматографически (2,4-Д (этилгексильный эфир) с помощью метода газожидкостной хроматографии, метсульфурон-метил – с помощью метода жидкостной хромато-масс-спектрометрии.

Наибольшая скорость роста бактерий-деструкторов отмечена при использовании глюкозы и мелассы в качестве косубстратов. Однако, остаточное содержание пестицидов в культуральной жидкости после 3-х суток культивирования было минимальным в присутствии глюкозы и сапропеля. Оно составило 12% и 6% от исходно внесенного (сапропель и глюкоза соответственно). Содержание 2,4-Д определено на уровне 15 и 7 % при использовании указанных косубстратов соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что сапропель является эффективным косубстратом микробной деградации 2,4-Д и пестицидов на основе сульфонилмочевины, который можно использовать для интенсификации процессов очистки объектов окружающей среды от остаточных количеств данных ксенобиотиков.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Исследование деградации фенола, хлорфенолов и 2,4 дихлорфеноксисукусной кислоты консорциумом микроорганизмов деструкторов. Л.Х. Халимова [и др.] – Башкирский химический журнал, 2006. – Том 13. № 1, 210–224 с.
2. Bengtsson, G. Degradation of dissolved and sorbed 2,4-dichlorophenol in soil columns by suspended and sorbed bacteria / G. Bengtsson, C. Carlsson.– Biodegradation, 2001. – Vol. 12, № 6, 419–432 p.
3. Изучение механизмов деградации 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты в модельных почвенных системах / О. С. Игнатовец, Е. В. Феськова, Т. И. Ахрамович, В. Н. Леонтьев // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – Минск : БГТУ, 2019. – № 1. – С. 37–42.

### ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОЛИМЕРА-СТАБИЛИЗАТОРА И ЕГО КОНЦЕНТРАЦИИ НА РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА

Основной биологической ролью селена является участие в синтезе и активности антиоксидантных содержащих селен-ферментов и селен-протеинов, защищающих клетки от повреждающего воздействия свободных радикалов. При дефиците селена подавлен синтез селен-протеинов, нарушена антиоксидантная и антиканцерогенная защита. С действием содержащих селен ферментов связывают многообразные возможности противоракового воздействия: влияние на оксидантный стресс, детоксикацию и метаболизм канцерогенов, индукцию апоптоза и пролиферацию клеток, контроль клеточного деления и воспаления, метилирование и восстановление ДНК, продукцию гормонов, иммунную функцию. В отличие от ионных форм, наноразмерный селен менее токсичен и обладает повышенной биодоступностью, причем он не только предотвращает, но и приостанавливает развитие злокачественных опухолей [1]. Актуальность данного исследования определяется большой распространенностью онкологических заболеваний и высокой потребностью отечественной химико-фармацевтической промышленности в собственных лекарственных препаратах.

Целью данной работы является определение влияния природы полимер-стабилизатора и его концентрации на размерные характеристики и устойчивость наночастиц селена. Полученные данные в перспективе необходимы для разработки лекарственных средств, обеспечивающих адресное химиотерапевтическое воздействие на опухолевые клетки.

Наночастицы селена ( $Se^0$ ) получали восстановлением 0,001М селенистой кислоты 0,004М аскорбиновой кислотой в водных растворах полимеров при перемешивании. В результате реакции наблюдалось изменение окраски коллоидного раствора от прозрачного до желтовато-оранжевого, что обуславливалось формированием наночастиц селена различных размеров. В качестве стабилизаторов были выбраны карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) и фосфат декстрана (ФД) с концентрациями 1,5%, 1%, 0,5% и 1%, 0,2%, 0,05%, соответственно. Зависимость размера наночастиц селена от времени (10-1440 мин), природы и концентрации полимер-стабилизатора, а также стабильность полученных наносистем были изучены методом светорассеяния. Показано, что при проведении реакции в растворах карбоксиметилцеллюлозы и фосфата декстрана при комнатной температуре образуются наночастицы селена сферической формы, при этом природа и концентрация значительно влияют на размер (таблица).

Таблица – Влияние природы и концентрации полимера-стабилизатора на размер наночастиц

Полимер-стабилизатор	Концентрация, %	Размер, нм			
		Время реакции, мин			
		10	60	180	1440
КМЦ	1,5	34	>1000		
	1	14	16	22	425
	0,5	31	69	324	>1000
ФД	1	16	23	29	323
	0,2	87	92	100	117
	0,05	156	161	160	165

Устойчивая наносuspension с наиболее высоким содержанием наночастиц селена сферической формы образовывалась в растворах с ФД 0,2% и 0,05%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свиридова, С. П. Возможности эссенциального селена в онкологии / С. П. Свиридова, Ш. Р. Кашия, О. А. Обухова, Е. С. Чучуев // Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН. – 2012. – № 3.

**ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ВЕТЕРИНАРНОГО  
ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Целью исследования было сравнение антибактериальной активности состава, содержащего два действующих вещества (ДВ), с растворами индивидуальных ДВ. Для исследования были выбраны тривирон (1,5-бис-(4-тетрадецил-1,4-дiazониabiцикло [2.2.2]октан-1-ил) пентан тетрабромид) и бензалкония хлорид. Данные вещества проявляют высокую активность по отношению к грамотрицательным бактериям палочкам, а также к бактериям, устойчивым к антибиотикам [1].

Тривирон относится к классу поликатионных насыщенных гетероциклических соединений и содержит гидрофобные алкильные фрагменты. Обладает выраженными противовирусной и противобактериальной активностями [2].

Бензалкония хлорид (БХ) является широко используемым антисептическим средством, проявляющим высокую активность против грамотрицательных бактерий (кишечной и синегнойной палочек и др.), а также против бактерий, устойчивых к антибиотикам.

Для сравнения антибактериальной активности были приготовлены 3 раствора следующих компонентных составов: 30% БХ + 10% поливинилпирролидона К-17 (ПВП) в пропиленгликоле (ПГ), 5% тривирона + 10% ПВП в ПГ, 30% БХ + 5% тривирона + 10% ПВП в ПГ. Для анализа антибактериальной активности методом диффузии антимикробных агентов в агар (метод бумажных дисков) растворы разводили дистиллированной водой в соотношении 1:1000 и 1:2000. Принцип метода основан на определении диаметра зон ингибирования роста тест-культур бактерий на агаризованной среде, формирующихся под действием диффундирующих в среду веществ с антимикробной активностью. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица – Антимикробная активность бензалкония хлорида, тривирона и их смеси

Тест-культура бактерий	Диаметр зоны ингибирования, мм					
	1	2	3	4	5	6
<i>Staphylococcus aureus</i> (грам +)	32±6	29±7	11±3	12±5	32±8	29±5
<i>Salmonella enterica</i> (грам –)	11±1	13±2	–	9±2	13±2	9±2
<i>Bacillus subtilis</i> (грам +)	30±5	29±4	10±2	12±2	26±5	29±6
<i>Clostridium sp.</i> (грам +)	27±5	24±4	14±3	9±2	27±3	28±4
<i>Escherichia coli</i> (грам –)	14±4	16±2	–	10±2	20±4	18±3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (грам –)	12±3	11±2	–	–	11±2	11±3

*Примечание:* 1 – 30% БХ + 10% ПВП в ПГ, разведение 1:1000; 2 – 30% БХ + 10% ПВП в ПГ, разведение 1:2000; 3 – 5% тривирона + 10% ПВП в ПГ, разведение 1:1000; 4 – 5% тривирона + 10% ПВП в ПГ, разведение 1:2000; 5 – 5% тривирона + 30% БХ + 10% ПВП в ПГ, разведение 1:1000; 6 – 5% тривирона + 30% БХ + 10% ПВП в ПГ, разведение 1:2000.

Как видно из таблицы, данный состав проявляет синергизм на культуре бактерий *Escherichia coli*.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Quaternary ammonium salts and their antimicrobial potential: targets or nonspecific interactions? / M. Tischer [et al.] // ChemMedChem. – 2012. – Vol. 7, No. 1. – P. 22–31.
2. Synthesis and structure–activity relationship of novel 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octane derivatives as potent antimicrobial agents / L. A. Yarinich [et al.] // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2015. – Vol. 95. – P. 563–573.

## **ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Технология очистки сточных вод на ОАО «Туровский молочный комбинат» включает механическую, физико-химическую и биологическую стадии.

Сточные воды с предприятия поступают в приёмный резервуар, откуда погружными насосами подаются на барабанное сито для механической очистки, после чего накапливаются в буферной (усреднительной) ёмкости.

Из усреднительной ёмкости с помощью насосов сточные воды подаются на флокулятор, где дозируются коагулянт, каустическая сода и анионный флокулянт, после чего поступают во флотатор для отделения флотошлама от осветлённых вод. С помощью насоса флотошлам откачивается в ёмкость и в последующем обезвоживается на декантерной центрифуге. Осветлённые сточные воды поступают в контактный тенк для смешивания с активным илом, откуда насосами подаются в аэрационные ёмкости.

Биологическая очистка протекает в аэробных условиях. Для поддержания необходимого количества кислорода воздух с помощью воздуходувок подаётся через трубчатые аэраторы, собранные в аэрационные рамы. Со дна аэрационной ёмкости иловая смесь поступает на биофлотатор, где происходит отделение очищенных сточных вод от аэробного ила. Очищенная вода поступает на биопруды, а ил возвращается в контактный тенк для смешивания с осветленными сточными водами. Избыточный активный ил отводится из контактного тенка в ёмкость для флотошлама и в последующем обезвоживается с помощью декантерной центрифуги.

Высокий уровень загрязнения сточных вод производства молочных продуктов как по показателю ХПК, так и по содержанию общего фосфора обуславливает необходимость применения реагентной обработки. Выбор наиболее подходящих реагентов и правильная их дозировка является важной задачей, поскольку определяет эффективность как физико-химической очистки, так и последующей биологической очистки сточных вод. Учитывая специфичность состава сточных вод каждого производства, а также состав и режимы работы очистных сооружений, подбор реагентов проводится экспериментальным путём, сначала в лабораторных, а затем в промышленных условиях.

Основные задачи, которые ставились перед выбором того или иного реагента, это обеспечение эффективного удаления загрязнений по показателю ХПК и общего фосфора при наименьшей стоимости коагулянта за очистку 1м<sup>3</sup> сточных вод, т.е. при оптимальном сочетании цены и дозировки реагента.

Испытаны высокоосновный коагулянт полиалюминий гипохлорид марки БОПАК-А, с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18–20%, и низкоосновный коагулянт хлорид полиалюминия марки Оксихлорид алюминия-3 (ОХА-3), с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12–15%.

Лабораторные испытания включали обработку реагентами (коагулянт + флокулянт) проб сточных вод, при этом визуально контролировали процесс флокуляции, размер хлопьев, степень осветления. Значение ХПК и содержание общего фосфора до и после обработки реагентами определяли фотометрическим методом, используя соответствующие кювет-тесты.

Для промышленных испытаний использовали дозировки коагулянтов, экспериментально подобранные в лаборатории. Фактическое значение дозировки коагулянта снимали с расходомера, который установлен на линии подачи коагулянта во флокулятор.

Промышленные испытания показали, что эффективность удаления загрязнений по показателю ХПК при использовании обоих коагулянтов находится в пределах от 30 до 55%. При использовании низкоосновного коагулянта ОХА-3 степень удаления общего фосфора на 40–50% выше, чем в случае применения коагулянта БОПАК-А. Вместе с тем, для достижения данного эффекта дозировка низкоосновного коагулянта должна быть выше на 65–70%, что делает стоимость очистки 1м<sup>3</sup> сточных вод выше, чем при использовании БОПАК-А.

**СОДЕРЖАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ СБРОЖЕННЫХ ОСАДКОВ**

Стабилизация осадков в аэробных или анаэробных условиях продуцирует появление вторичных загрязнений, включение таких процессов в схему обработки осадков нежелательно. Распадающееся органическое вещество осадков необходимо для денитрификации [1]. Жидкая фаза, выделившаяся при сбраживании, часто является сильно концентрированной в связи с тем, что в ходе микробиологического процесса образуются высокие концентрации аммония. Для иловой воды характерны высокие концентрации аммонийного азота и взвешенных веществ при высокой щелочности. Иловая вода имеет высокую химическую потребность в кислороде (ХПК), однако не содержит большого количества легкоокисляемых органических веществ (БПК) [2]. Показатели иловой воды после анаэробного сбраживания: рН>7; щелочность – 65-90 мг·эquiv/л; азот аммонийных солей – 400–800 мг/л; летучие жирные кислоты – 5–10 мг·эquiv/л [3].

В ходе эксперимента [4] на установке контейнерного типа, состоящей из четырех реакторов с рабочим объемом 80 дм<sup>3</sup> каждый, проводимого в мезофильном и термофильном режимах, определяли состав жидкой фазы иловых суспензий. Ежедневно четыре килограмма смеси избыточного активного ила и сырого осадка загружались в реакторы полупромышленной экспериментальной установки. Это же количество сброженного осадка выгружалось из реакторов. Загрузка-выгрузка четырех килограмм смеси обеспечивала гидравлическое время удержания в анаэробных реакторах – 20 суток.

Изначально все четыре реактора работали в мезофильном режиме сбраживания, температура в реакторах находилась в пределах 33–38 °С. Затем для перевода третьего и четвертого реакторов в термофильный режим сбраживания постепенно поднимали температуру со скоростью 2 °С в сутки до 53 °С и поддерживали ее до конца испытаний. В последующем изменили гидравлическое время удержания в третьем и четвертом реакторах с 20 сут на 12 сут путем увеличения количества загружаемого-выгружаемого осадка (с 4 до 6,7 кг).

В процессе анаэробного сбраживания происходило значительное изменение состава жидкой фазы обрабатываемой суспензии, в частности в несколько раз увеличивалась концентрация азота аммонийного. В результате сбраживания смеси осадков сточных вод в различных условиях на полностью оборудованной экспериментальной установке контейнерного типа установлено, что средние концентрации азота аммонийного в жидкой фазе сброженных осадков составляют: в мезофильном режиме – 496,2 мгN/дм<sup>3</sup>; в термофильном режиме – 689,1 мгN/дм<sup>3</sup>.

Следовательно, при термофильном режиме сбраживания осадков сточных вод количество вносимых вторичных загрязнений с возвратными потоками значительно выше, в сравнении с мезофильным режимом.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Технология очистки сточных вод и обработки осадков при глубоком удалении азота и фосфора из сточных вод / Е.А. Соловьева // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – №1. – с. 93-99.
2. Обработка осадка сточных вод: полезный опыт и практические советы: Проект по городскому сокращению эвтрофикации через комиссию по окружающей среде Союза Балтийский городов / Я.Э. Люфт [и др.] // Хельсинки, 2012. – 125 с.
3. Благоразумова, А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учебное пособие / А.М. Благоразумова. – СПб.: Изд-во Лань, 2014. – 208 с.
4. Проведение практических испытаний вариантов анаэробного сбраживания осадков сточных вод на полупромышленной экспериментальной установке с получением информации для выбора проектных решений по реконструкции Минской очистной станции УП «Минскводоканал»: отчет о НИР (заключ.) / БГТУ; рук. Марцуль В.Н. – 2020. – 100 с.

## ДИНАМИКА СНЯТИЯ ХПК СТОЧНЫХ ВОД ПИВНОГО И МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВ ГРАНУЛИРОВАННЫМ АКТИВНЫМ ИЛОМ

Сточные воды как процесса пивоварения, так и молочного производства содержат главным образом органические загрязнения в высоких концентрациях. Как правило, анаэробный метод успешно применяется для очистки таких сточных вод. Несмотря на то, что использование анаэробных процессов позволяет промышленности удовлетворять потребности в большей эффективности очистки сточных вод, лучшей экономии и использовании природных источников энергии, все же существуют проблемы, связанные с неполным удалением соединений азота и фосфора, а очищенные сточные воды содержат остаточные загрязнения, которые требуют дополнительного удаления перед сбросом в окружающую среду [1].

Обычно биологическая очистка концентрированных сточных вод включает комбинацию анаэробных и аэробных процессов [1]. Как традиционные системы с активным илом (CAS), так и последовательные реакторы периодического действия (SBR) можно использовать для аэробной очистки сточных вод [2].

Среди различных методов аэробной очистки использование аэробного гранулированного ила (AGS) считается многообещающей и конкурентоспособной технологией. В течение последнего десятилетия доказана осуществимость данной технологии по отношению к очистке разнообразных промышленных сточных вод из-за малой занимаемой площади и высокой эффективности удаления питательных веществ [2]. Гранулированный активный ил имеет хорошие седиментационные характеристики; наличие аэробной и анаэробной зон в грануле обеспечивает одновременное протекание в объеме одного биореактора различных биологических процессов; в гранулированном иле сконцентрировано большое количество микроорганизмов, и он способен выдерживать ударную нагрузку по загрязнениям и токсикантам; образование избыточной биомассы минимальное [3].

Целью работы являлось сравнение динамики удаления загрязнений сточных вод по ХПК при использовании гранулированного активного ила. В качестве объектов исследования использовались модельные сточные воды пивного и молочного производств. Сточные воды в количестве 100 см<sup>3</sup> инкубировались в шейкере-инкубаторе в условиях аэрации при рабочей частоте 140 мин<sup>-1</sup>. Очистка сточных вод производилась гранулированным активным илом в количестве 3 г на 100 см<sup>3</sup> очищаемых сточных вод. Отбор проб и определение ХПК осуществлялось через каждый час. Были получены следующие результаты: ХПК сточных вод молочного производства снизился за 6 часов инкубирования с 3100 мг/дм<sup>3</sup> до 555,5 мг/дм<sup>3</sup>; сточных вод пивного производства – с 3170 до 952 мг/дм<sup>3</sup> за 5 часов инкубирования. Таким образом, эффективность очистки составила 82,08% и 69,96% для сточных вод молочного и пивного производств соответственно.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что использование гранулированного активного ила в аэробных условиях является эффективным методом очистки сточных вод как молочного, так и пивного производства. Достоинством использования гранулированного активного ила является возможность удаления соединений азота.

### ЛИТЕРАТУРА

1. The treatment of brewery wastewater for reuse: State of the art / G. S. Simate [et. al.] // *Desalination*. – 2011. – Vol. 273. – P. 235–247.
2. Aerobic granulation with brewery wastewater in a sequencing batch reactor / S. Wang [et al.] // *Bioresource Technology*. – Vol. 98, No 11. – P. 2142–2147.
3. Aerobic granular sludge: characterization, mechanism of granulation and application to wastewater treatment / D. Gao [et al.] // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2011. – Vol. 31. – P. 137–152.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ ПОВСЕДНЕВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Антисептические средства важны как в медицинской сфере, так и в повседневной жизни людей. В наше время появилось множество различных антисептиков с разным составом и степенью влияния на микроорганизмы [1]. Появление и распространение такого вируса как COVID-19, привело к увеличению потребности людей в дополнительной защите. Актуальным стало частое использование различных антибактериальных средств, которые могут быть применимы как в профилактических, так и в терапевтических целях. Профилактическое использование антисептиков подразумевает обработку поверхности кожи рук людей с целью снижения риска заражения микроорганизмами.

Целью данной работы являлось изучение антимикробной активности антисептиков, наиболее часто используемых в повседневной жизни людей. Экспериментальная часть работы проводилась на базе лаборатории кафедры биотехнологии БГТУ.

В работе использовали наиболее часто встречаемые антисептики: «Эфликвир», «Кит», «Септодез» и этиловый спирт 70 %. Так как все выбранные антисептики характеризуются как антибактериальные средства, то антимикробную активность антисептиков проверяли на бактериях, выделенных с отпечатков пальцев на плотных средах.

Выделение микроорганизмов проводили по стандартной методике с последующей тройной расчисткой и рассевом до изолированных колоний [2]. Полученные изоляты микроскопировали и по характерным фенотипическим признакам определили род, выделенных микроорганизмов: *Staphylococcus sp.*, *Diplococcus sp.*, *Tetrococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.*

Для проверки антимикробной активности антисептических средств был использован метод агаровых лунок. Чашки Петри засеивали культурой микроорганизмов методом Коха, делали лунки (диаметр сверла 8 мм), вносились антисептические средства объемом 0,1 мл. Посевы инкубировали при 30 °С 24 ч и оценивали зоны задержки роста микроорганизмов [2].

Таблица – Зоны задержки роста микроорганизмов

Культуры	Диаметр зон задержки роста, мм				
	Антисептики				
	«Эфликвир»	«Кит»	Этанол	Септодез	Контроль
<i>Staphylococcus sp.</i>	-	21 ± 1	-	35 ± 1	-
<i>Tetrococcus sp.</i>	11 ± 1	18 ± 1	-	21 ± 1	-
<i>Bacillus sp.</i>	11 ± 0,5	15 ± 0,8	-	22 ± 1	-
<i>Diplococcus sp.</i>	-	20 ± 1	-	27 ± 1	-
<i>Pseudomonas sp.</i>	10 ± 1	12 ± 1	-	18 ± 1	-

В результате эксперимента подтвердили высокую антибактериальную активность к выделенным микроорганизмам для антисептиков «Септодез» и «Кит».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Миклис Н. И. Антимикробная эффективность антисептического средства профилактического назначения «Витасептски» [Электронный ресурс]. - 2010. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/antimikrobnaya-effektivnost-antisepticheskogo-sredstva-profilakticheskogo-naznacheniya-vitasept-ski>. - Дата доступа: 25.10.2020.
2. Белясова Н. А.: Микробиология. Лабораторный практикум. - Минск, 2015. - 23 с., 26 с., 39-42 с., 52-54с., 75-77с., 104 с.

**СКРИНИНГ БАКТЕРИЙ ПО СПОСОБНОСТИ СИНТЕЗИРОВАТЬ ПОЛИСАХАРИДЫ**

В настоящее время полисахариды микроорганизмов достаточно широко используются в практике. Они находят применение в самых различных сферах человеческой деятельности: в медицине, фармацевтической, пищевой, химической и текстильной промышленности, в гидрометаллургии, при добыче нефти и в ряде других областей народного хозяйства [1].

Многие микробные полисахариды обладают профилактическим и лечебным действием, их терапевтический эффект определяется способностью повышать неспецифическую резистентность организма. В фармацевтике они используются в качестве основ для изготовления лекарственных форм. В пищевой промышленности полисахариды микроорганизмов используются в виде пленок – покрытий продуктов для защиты от высыхания и загрязнения, в качестве стабилизаторов мороженого, фруктовых соков, приправ к салатам, загустителей сиропов, джемов, подливок [2].

Бактериальные полисахариды делят по составу на гомо- и гетерополисахариды, а по локализации – на внутри- и внеклеточные. Внутриклеточные гликаны – это полисахариды цитоплазмы, мембран и клеточных стенок, а внеклеточные – полисахариды капсул, чехлов и свободной слизи. Термином «экзогликаны» называют полисахариды свободной слизи, иногда капсульные полисахариды. Синтез экзополисахаридов (ЭПС) идет более активно, и они легче отделяются от биомассы и очищаются от примесей. Внеклеточные полисахариды микроорганизмов очень разнообразны по строению и составу. Масса их может во много раз превышать биомассу клеток [3].

Ранее на кафедре биотехнологии было выделено 35 изолятов, цель настоящей работы заключалась в отборе бактерий, способных синтезировать полисахариды.

Для 35 изолятов был проведен микробиологический (качественный) анализ методом дифференцированного окрашивания на выявление полисахаридов и наличие капсул. Принцип качественного анализа основан на получении окрашенных гранул полисахарида (гликогена) в присутствии раствора Люголя в кислой среде. Наличие капсул определяли по методу Гинса-Бурри (метод негативного окрашивания). В результате выявлено, что 21 изолят способен синтезировать полисахариды, из них 14 изолятов образуют капсулы.

Для 21 отобранного изолята проведен количественный анализ. Биомассу отделяли центрифугированием, к фугату добавляли три объема охлажденного до 4°C спирта для осаждения полисахарида. Через 24 ч осадок отделяли центрифугированием, растворяли в дистиллированной воде и повторяли процесс осаждения полисахарида. Спустя сутки осадок снова отделяли центрифугированием, растворяли в дистиллированной воде и ставили на диализ для очистки против дистиллированной воды.

Количественное определение полисахарида проводили фенол-серноокислым методом, основанном на способности моносахаридов к цветной реакции с фенолом в присутствии серной кислоты. Количество моносахарида определяли по калибровочной кривой по глюкозе.

Содержание полисахаридов в исследуемых образцах находится в диапазоне от 30 до 280 мкг/см<sup>3</sup>.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Полисахариды микроорганизмов в практике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mikrobiki.ru/mikrobiologiya/mikrobiologiya/polisaharidy-mikroorganizmov-v-praktike.html>. Дата доступа: 12.11.2020.
2. Использование микробных полисахаридов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://helpiks.org/3-83661.html>. Дата доступа: 12.11.2020.
3. Производство микробных полисахаридов [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://chemanalytica.com/book/novyyu\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/06\\_syre\\_i\\_produkty\\_pr\\_omyshlennosti\\_organicheskikh\\_i\\_neorganicheskikh\\_veshchestv\\_chast\\_II/5454](http://chemanalytica.com/book/novyyu_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_pr_omyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5454). Дата доступа: 13.11.2020.



### КВАЛИФИКАЦИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Чистое помещение – помещение, в котором контролируется концентрация аэрозольных частиц и которое спроектировано, построено и эксплуатируется так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц в нем [1].

Области применения чистых помещений весьма разнообразны. Их можно разделить на две группы: отрасли, где частицы загрязнений создают серьезную проблему (например, микроэлектроника) и отрасли, где недопустимо загрязнение микроорганизмами (биотехнология, фармацевтика и др.). Чистые помещения в биотехнологии могут не только поддерживать определенные параметры внутри (в том числе и отсутствие посторонних микроорганизмов), но и предотвращать выброс потенциально опасных веществ за свои пределы. К помещениям такого назначения предъявляются особенно жесткие требования, поскольку утечка микроорганизмов и токсинов может привести к серьезным последствиям.

Чистые помещения в биотехнологии применяются для:

- разработки и производства лекарственных средств с помощью микроорганизмов;
- разведения и экспериментов с лабораторными животными;
- исследований в области микробиологии, вирусологии;
- развития генных и клеточных технологий;
- хранения опасных патогенов;
- разработки и производства средств биологической безопасности [2].

Квалификация чистых помещений – это процесс документального подтверждения соответствия чистого помещения (чистой зоны) заданному классу чистоты. Согласно ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007 [3], аналогом которого является действующий у нас в стране СТБ ISO 1444-3-2013, для испытаний чистых помещений используется один обязательный метод, а также несколько дополнительных.

Обязательным является определение концентрации аэрозольных частиц при классификации и аттестации чистых помещений и оборудования для очистки воздуха. Метод предназначен для определения концентрации аэрозольных частиц с пороговыми значениями размеров от 0,1 до 5 мкм.

Дополнительными методами являются:

- определение концентрации ультрамелких аэрозольных частиц (до 0,1 мкм);
- определение концентрации аэрозольных макрочастиц (более 5 мкм);
- измерение скорости, однородности воздушного потока, а также расхода воздуха;
- измерение перепадов давления;
- испытание целостности установленной системы фильтрации;
- определение направления потока воздуха, визуализация потока;
- определение времени восстановления (деконтаминации);
- определение температуры и влажности;
- определение уровней статического напряжения и характеристик генераторов ионов, используемых для регулирования статического напряжения в чистых помещениях;
- проверка герметичности ограждающих конструкций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц. ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017. – Введ. 01.12.2018. – М.: Стандартинформ, 2019. – 57 с.
2. Проектирование чистых помещений. Под ред. В. Уайта. Пер. с англ. – М.: изд. «Клинтрум», 2004. – 360 с.
3. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 3. Методы испытаний. ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007. – Введ. 01.10.2008. – М.: Стандартинформ, 2008. – 89 с.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ФЛАВОНОИДОВ В ВОРОБЕЙНИКЕ ЛЕКАРСТВЕННОМ**

Воробейник лекарственный (*Lithospermum officinale* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Бурачниковые (*Boraginaceae*) высотой 30–80 см, которое цветёт в мае-июле [1]. В листьях воробейника лекарственного обнаружен изокверцитрин [2]. Доказано, что данный флавоноид обладает свойством регенерации тканей [3]. Таким образом, воробейник лекарственный представляет интерес для медицинской практики.

Целью работы являлась разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в экстрактах из листьев воробейника лекарственного с использованием дифференциальной спектрофотометрии.

Данный метод основан на способности флавоноидов образовывать окрашенный комплекс со спиртовым раствором алюминия хлорида, что вызывает bathochromный сдвиг длинноволновой полосы поглощения. За основу взята методика, приведенная в Государственной Фармакопее Республики Беларусь.

Экстракцию листьев воробейника лекарственного проводили путем взвешивания точной навески сырья, добавление к данной навеске 50% этилового спирта в соотношении 1 : 20 и выдерживании на водяной бане при 70°C в течении 40 мин. После экстракции реакционную смесь охлаждали и фильтровали через бумажный фильтр.

Сравнительное исследование дифференциальных спектров водно-спиртового экстракта листьев воробейника лекарственного и раствора рутина показало, что их кривые поглощения коррелируют как в коротковолновой, так и в длинноволновой областях спектров. По результатам исследований установлено, что аналитической длиной при количественном определении флавоноидов в экстрактах листьев воробейника лекарственного является 411 нм, а в качестве контрольного образца можно использовать раствор рутина.

Оптимальную продолжительность комплексообразования оценивали по показателю оптической плотности. Измерения выполняли в течение часа с интервалом 10 мин при длине волны 411 нм. Для выбора соотношения экстракт : комплексообразователь в каждой пробе варьировали объем спиртового раствора алюминия хлорида и также измеряли оптическую плотность. Согласно полученным результатам, оптимальная продолжительность комплексообразования – 40 мин, а соотношение экстракт : комплексообразователь – 1 : 2.

Таким образом, для определения суммарного содержания флавоноидов в экстракте из листьев воробейника лекарственного предложена следующая методика: в колбу объемом 25 мл помещают 1 мл экстракта, добавляют 2 мл 2%-ного спиртового раствора алюминия хлорида и 5 капель кислоты хлористоводородной разведенной. Объем раствора доводят до метки 50%-ным этиловым спиртом и оставляют на 40 мин в темном месте. Затем измеряют оптическую плотность полученного раствора при длине волны 411 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм против контрольной пробы, в которой раствор алюминия хлорида заменен 50%-ным этиловым спиртом. В качестве контрольного образца используют раствор рутина.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). / И. А. Губанов [и др.]; Москва: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований. 2004. 520 с.: ил. 449.
2. Условия экстракции и идентификации флавоноидов, стимулирующих регенерацию тканей / Е.В. Феськова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2019. – №1. – С. 49–53.
3. Stimulation of neuroregeneration by flavonoid glycosides [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.google.com/patents/US20120087980](http://www.google.com/patents/US20120087980). – Дата доступа: 07.10.2020.

**АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЧАЙНОГО ГРИБА (*MEDUSOMYCES GISEVI*)**

Чайный гриб – один из древнейших симбиотических организмов, который использует человек для своих нужд. Штаммы микроорганизмов, которые составляющие симбиоз *Medusomyces gisevi*, изменяются в зависимости от места происхождения гриба. Но можно выделить основные группы: дрожжеподобные грибы и уксуснокислые бактерии. В патенте [1] описан консорциум данных микроорганизмов. Он включает в себя *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Candida stellate*, *Zygosaccharomyces bailii* и бактерии рода *Acetobacter*. Совместно эти микроорганизмы обеспечивают грибу высокие питательные и целебные свойства, благодаря которым можно как предотвращать различные заболевания, так и лечить их. Именно поэтому симбионт активно используется в медицине, фармацевтике, пищевой промышленности и химических производствах.

В ходе многочисленных исследований было установлено, что культуральная жидкость чайного гриба включает в себя различные органические кислоты (молочная, пировиноградная, уксусная, глюкуроновая, щавелевая, лимонная, яблочная, койевая), этанол, витамины групп С, В, РР, ферменты (протеаза, зимаза, каталаза, липаза, сахараза, карбогидраза, амилаза, триптические ферменты), сахара (моносахариды, дисахариды) пигменты (хлорофилл, ксантофилл), кофеин, липиды (стерины, фосфатиды, жирные кислоты) и пуриновые основания из чайного листа и даже натуральный антибиотик – медузин [2].

В ряде работ, например [1, 3], указано, что культуральная жидкость чайного гриба обладает антибактериальным, противомикробным и антитоксическим действием. Чайный гриб является естественным природным антибиотиком, т.е. натуральным продуктом, который лишен всех тех недостатков, которые присущи синтетическим лекарствам.

Поэтому на наш взгляд является весьма перспективным и актуальным разработка препарата на основе культуральной жидкости чайного гриба, который будет проявлять противомикробные свойства. В ходе работы были определены органолептические показатели полученной культуральной жидкости, а также некоторые ее физико-химические свойства (например, изменение показателя рН в ходе культивирования медузомицета).

Чаще всего в литературе можно встретить сведения о том, что противомикробная активность чайного гриба связана с действием на микроорганизмы уксусной кислоты – основного продукта ферментации культуральной жидкости. Показана высокая активность настоя гриба против *Agrobacterium tumefaciens*, *Salmonella choleraesuis*, *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus sp.*, *Sarcinalutea*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Aspergillus niger* и др. Однако проведенные нами исследования с использованием культуральной жидкости гриба разных суток культивирования (3 сут, 7 сут, 30 сут) показали только задержку роста микроорганизмов, полного подавления роста не наблюдали.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Консорциум к-17 дрожжей и бактерий – продуцент комплекса витаминов, органических кислот, ферментов и целлюлозы и способ получения слабоалкогольного напитка с его использованием [Электронный ресурс] / Google patents. – <https://patents.google.com/patent/RU2081911C1/ru>. – Дата доступа: 18.11.2020.
2. Производство напитка с использованием культуральной жидкости чайного гриба *Medusomyces gisevi*: пат. 2153816 Россия, МКИ А 23 L 2/00, А 23 L 2/38, А 23 F 3/14 / В.Х. Хачатрян, В.С. Исаева, Т.В. Иванова; заявитель В.Х. Хачатрян – № 4880168/15; заявл. 06.10.04; опубл. 10.08.06.
3. Щеглова, А.В. Чайный гриб. Чудо-целитель в трехлитровой банке. – М.: РИПОЛ классик, 2005. – 64 с.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОЛУБИЧНОГО ЖМЫХА**

Голубика принадлежит к роду *Vaccinium*, семейству *Ericaceae*. Это многолетние, листопадные или вечнозеленые кустарники. Плоды голубики богаты питательными веществами, такими как антоцианы, полифенолы, флавоноиды, полисахариды, органические кислоты (лимонная, яблочная, янтарная, хинная, бензойная, молочная, щавелевая), витамины и минералы. Поэтому голубика имеет высокую экономическую ценность и обладает широкими перспективами использования.

Помимо употребления плодов в свежем виде, они также используются для производства различных продуктов питания, например, джемов, мармеладов, вин, напитков, йогуртов и др., а также косметической продукции (крема, шампуни и др.). Однако в ходе получения вышеуказанных продуктов остается отход – ягодный жмых (кожура ягод, косточки с остатками мякоти), который в настоящее время в нашей стране не используется. Однако за рубежом данный отход широко применяют, например, при производстве конфет (обсыпка), а также получают сухой порошок для пищевой промышленности.

Использование голубичного жмыха, на наш взгляд, является весьма перспективным направлением, благодаря наличию в кожуре ягод большого количества антиоксидантных фитонутриентов. Известным фактом является и то, что практически все количество антоцианов, обнаруженных в ягодах, содержится именно в кожуре голубики.

Таким образом, разработка технологии переработки голубичного жмыха с целью использования в различных отраслях промышленности является весьма актуальной и перспективной задачей.

На первом этапе был получен ягодный жмых (холодное прессование и естественная сушка). Ягодный жмых голубики – цвет бургунди и винно-коричневый. Запах слабый голубичный. Размер измельчённого сырья до 5 мм.



а

б

в

а – ягоды голубики, б – жмых голубики, в – измельченный жмых

Рисунок – Ягоды и жмых голубики

Далее определили различные физико-химические показатели жмыха: относительная влажность (11,9%), содержание органического (98,11%) и неорганического (1,89%) вещества, содержание экстрактивных веществ в абсолютно сухом растительном сырье (21,17%), коэффициент экстрагирования (0,79).

Кроме того, в ходе эксперимента был проведен анализ фракционного состава измельченного ягодного жмыха и подготовлены образцы для последующего определения содержания в них биологически активных веществ.

Исследования проводили согласно методикам, изложенным в [1].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Болтовский В.С. Основы фитопрепаратов / В.С. Болтовский, Е.А. Флюрик. – Минск : БГТУ, 2020. – 196 с.

**АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ**

Высшие растения являются аккумуляторами целого арсенала антимикробных агентов [2]. В качестве объектов исследования использовали следующее растительное сырье: листья и плоды брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*), траву чабреца (*Thymus serpyllum*), плоды клюквы (*Vaccinium oxycoccos*), листья голубики (*Vaccinium uliginosum*) и смородины (*Ribes nigrum*).

Проведен анализ антимикробного действия водных и 70% спиртовых экстрактов данных растений, а также изучено влияние процесса лиофилизации полученных экстрактов на сохранение их активности.

Растительные экстракты получали методом мацерации в соответствии с общеизвестными методиками, представленными в работе [1]. Определение антимикробной активности проводили согласно методике описанной в статье [3] (диффузионный метод).

Анализ антимикробного действия водных фитоэкстрактов выявил, что наиболее эффективными в отношении к *Escherichia coli* оказался экстракт листьев смородины ( $14 \pm 1$  мм); по отношению к *Staphylococcus aureus* – листьев брусники ( $18 \pm 0$  мм). Извлечения листьев и плодов брусники, плодов клюквы, листьев голубики были эффективны в отношении *Bacillus subtilis* (диаметры зон задержки роста варьировали при этом от  $21 \pm 1$  до  $26 \pm 1$  мм).

Исследуемые растительные экстракты, приготовленные на спиртовой основе, также проявили антимикробную активность по отношению к культуре *Bacillus subtilis*. По сравнению с водными экстрактами в данном случае отмечается большая чувствительность культуры ( $22 \pm 1$  мм) к экстракту травы чабреца. *Staphylococcus aureus* оказался чувствительным ко всем анализируемым экстрактам за исключением листьев смородины ( $8 \pm 0$  мм). Зоны подавления роста тест-штамма варьировали при этом незначительно: от  $14 \pm 0$  мм у плодов брусники до  $15 \pm 0$  мм у плодов клюквы. Также необходимо отметить бактерицидный эффект спиртовых вытяжек листьев смородины ( $10 \pm 1$  мм) и плодов клюквы ( $15 \pm 0$  мм) по отношению к культуре *E. coli*.

Лиофилизированные образцы водных растительных экстрактов проявили немного меньшую антимикробную активность по сравнению со свежеприготовленными. Отмечается сниженная чувствительность *Staphylococcus aureus* к экстрактам листьев голубики и брусники ( $14 \pm 0$  мм и  $14 \pm 1$  мм соответственно). *Bacillus subtilis* оказался менее чувствительным к лиофилизированным извлечениям на основе листьев брусники ( $16 \pm 1$  мм) и плодов клюквы ( $13 \pm 0$  мм). Анализ антимикробной активности лиофилизированных спиртовых экстрактов выявил, как и в предыдущем случае, незначительное уменьшение антимикробных свойств фитоэкстрактов, однако, оно не столь значительно. В частности *Bacillus subtilis* оказался в значительной степени более чувствительным к спиртовым экстрактам из плодов брусники ( $19 \pm 1$  мм) и клюквы ( $14 \pm 0$  мм), а также травы чабреца ( $13 \pm 0$  мм). Лиофилизированный спиртовой экстракт листьев брусники подавил рост *Staphylococcus aureus* ( $14 \pm 1$  мм).

Вышеизложенные результаты, полученные в ходе исследования, дают нам расширенное представление о растительных источниках антимикробных агентов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Базарнова, Ю. Г. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений / Ю. Г. Базарнова, О. Б. Иванченко // Вопросы питания. – 2016. – №5. – С.100-107.
2. Антимикробное действие экстрактов лекарственных растений *Andromeda polyfolia* и *Alchemilla subcrenata* / М. А. Живетьев [и др.] // Химия растительного сырья. – 2018. – №4. – С. 149-157.
3. Кулешова, С. И. Определение активности антибиотиков методом диффузии в агар / С. И. Кулешова // Экспертиза лекарственных средств. – 2015. – №3. – С. 13-17.

**ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ОСАДКОВ  
СТОЧНЫХ ВОД**

С развитием человеческой цивилизации проблема поиска путей утилизации хозяйственно-бытовых сточных вод и их осадков становится все острее. Увеличение количества населения и активное развитие промышленности приводит к тому, что с каждым годом возрастают объемы складываемых осадков. В результате деградации осадков сточных вод (ОСВ) происходит загрязнение почвы различными токсичными веществами, биоаккумуляция которых оказывает негативное воздействие на рост и развитие растений [1].

ОСВ – агрономически ценный отход, его удобрительная ценность сопоставима с подстилочным навозом крупного рогатого скота. Однако наличие патогенных микроорганизмов и токсичных соединений ограничивают его применение в качестве удобрения [2]. Осадки сточных вод – это сложная многокомпонентная система, поэтому для оценки их комплексной токсичности предлагается использовать метод фитотестирования. Он прост и понятен в использовании, эффективен и не требует значительных денежных затрат, поэтому получает все большее распространение в качестве экспресс-метода для оценки токсичности. Суммарная токсичность по фитотесту характеризует действие не только самих поллютантов, но и их метаболитов, иногда более опасных, чем сами первичные загрязнители, а также соединений, которые нивелируют влияние негативных факторов [3].

Метод фитотестирования основан на чувствительности растений к внешнему воздействию, что отражается на ростовых и морфологических характеристиках. Рекомендуется использовать серии из двух видов растений – однодольного и двудольного. Выбор растений осуществляется на основании их чувствительности к широкому спектру поллютантов. При проращивании рекомендуется использовать пластиковые или стеклянные контейнеры, поддерживать необходимую для оптимального роста растения температуру и влажность. Определяют всхожесть семян, длину наземных побегов и их биомассу, а также длину и развитость корневой системы. Также рекомендуется учитывать количество видимых повреждений и их качество [4]. Таким образом, использование фитотестирования позволит быстро и эффективно оценивать токсичность ОСВ и возможность их применения в качестве удобрения.

Цель работы: изучение возможности использования метода фитотестирования для измерения токсичности осадков сточных вод (ОСВ). При проведении эксперимента в качестве тест-объекта для оценки уровня загрязненности иловых ОСВ использовали ячмень – однодольное растение, и кресс-салат – двудольное. Проращивали в течение 6 суток и определяли всхожесть семян, проводили взвешивание и измерение длины наземной части растения, а также длину и развитость корневой системы.

Полученные данные указывают на нецелесообразность использования иловых осадков в качестве органо-минерального удобрения без дополнительного обеззараживания, т. к. результаты свидетельствуют об угнетении роста и развития растений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Толкач, Г. В. Накопление некоторых химических элементов растительностью фитоценозов брестского района в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова / Г. В. Толкач, С. С. Позняк // Экологический вестник. – 2017. – № 2 (40). – С. 62–66.
2. Чеботарев, Н. Т. Агроэкологическая оценка применения осадков сточных вод в качестве удобрений сельскохозяйственных культур / Н. Т. Чеботарев, Н. Д. Найденов, А. А. Юдин // Наука. Мысль. – 2016. – № 1–2. – С. 31–36.
3. Воронина, Л. П. Фитотестирование для экологической оценки агроценоза / Л. П. Воронина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 3. – С. 16–21.
4. Николаева, О. В. Совершенствование лабораторного фитотестирования для экзотоксикологической оценки почв / О. В. Николаева, В. А. Терехова // Почвоведение. Деградация, восстановление и охрана почв. – 2017. – № 9. – С. 1141–1152.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЯГОДНОГО ЖМЫХА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КОНДИТЕРСКОЙ ОТРАСЛИ**

В настоящее время большое внимание уделяется вопросу улучшения качества продуктов питания. Кроме того, в современном обществе заботе о здоровом питании стало уделяться повышенное внимание. Поэтому поиск новых и использование натуральных продуктов, богатых биологически активными веществами (БАВ), является весьма перспективной и актуальной задачей.

Малоизученными источниками, но весьма богатыми полезными веществами, являются отходы пищевого производства. Примером таких отходов является ягодный жмых, образующийся при производстве соков, вин и других пищевых продуктов. Эти отходы могут использоваться для получения пищевых красителей, органических удобрений, комбикорма для скота и других целей. Кроме того, жмых применяется в фармакологии для изготовления различных настоек, отваров и входит в состав композиций фиточаев.

Ягодный жмых обладает большим потенциалом для дальнейшего использования в пищевой промышленности в качестве вторичного ресурса, так как в его состав входит большое количество витаминов, микроэлементов и других БАВ.

Исходя из всего выше изложенного, была поставлена следующая цель: исследовать БАВ, входящие в состав жмыха голубики, клюквы, черной аронии, предложить схему получения ягодного жмыха для дальнейшего его использования при производстве кондитерских изделий.

Для достижения указанной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Получить ягодный жмых, используя методы холодного и горячего прессования, высушить его при естественных условиях и с использованием лиофильной сушки.
2. Определить физико-химические показатели, полученных образцов ягодного жмыха: влажность, содержание органических и неорганических веществ, фракционный состав жмыха, а также содержание БАВ и др.
3. Выявить возможности использования ягодного жмыха при производстве кондитерских изделий.

Экспериментальная часть работы была проведена на базе лаборатории кафедры биотехнологии БГТУ.

Ягоды клюквы и черной аронии были заготовлены в октябре 2020 г. (Минская область). Ягоды голубики приобретены в розничной сети г. Минска (август 2020 г.), хранение осуществляли в морозильной камере (-17°C).

В ходе литературного поиска и на основании собственных экспериментальных данных было установлено, что ягодный жмых голубики, черники и аронии обладают большим потенциалом для использования в пищевой промышленности, так как в состав данных жмыхов входит большое количество БАВ, микро- и макроэлементов необходимых для здорового питания человека.

В результате проделанной работы: комбинирования двух способов прессования (горячего и холодного) с двумя способами сушки (естественной и лиофильной) были получены образцы жмыха ягод голубики, клюквы и черной аронии.

Были определены некоторые показатели образцов: общее содержание неорганических и органических веществ, влажность сырья, масса сырой золы, общая зола, коэффициент сухости, количество экстрактивных веществ и др., был проведен анализ фракционного состава сырья. Полученные образцы ягодного жмыха были использованы в кондитерских изделиях в качестве посыпки.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ СРЕДСТВ  
В ФОРМЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ СОВМЕСТИМЫХ  
ПОЛИМЕРОВ**

Современная фармацевтическая промышленность и медицина требуют новых подходов к разработке ранозаживляющих средств, так как применение традиционных лекарственных форм для лечения ран и ожогов становится все менее эффективным. Необходимо, чтобы современные средства для лечения ран обладали сорбционными свойствами по отношению к раневому экссудату, антимикробной активностью, обеспечивали защиту раны от механических повреждений, стимулировали репаративные процессы.

Одним из перспективных направлений в лечении ран является использование сорбентов. Для снижения риска развития раневой инфекции и оптимального заживления необходимо отсутствие избыточного количества раневого экссудата и его вторичного инфицирования. Кроме того, применение сорбционного дренажа при остром и хроническом воспалении приводит к снижению нагрузки на лимфатическую систему, так как при перевязках вместе с гранулами сорбента элиминируются фрагменты нежизнеспособных тканей, антигены и белково-клеточные конгломераты.

Лекарственные средства в форме порошков для наружного применения обладают существенными преимуществами. Их производство не требует использования сложного оборудования. Порошки обладают высокой терапевтической активностью, которая тем выше, чем тоньше измельчен порошок. Подобная зависимость объясняется увеличением свободной поверхностной энергии измельчаемых частиц. Нерастворимые вещества в состоянии высокой дисперсности в максимальной степени проявляют адсорбирующее и антисептическое действия. Также порошки легко использовать и, при необходимости, дозировать. При обработке раневой поверхности не происходит соприкосновения обрабатываемой зоны с потребительской упаковкой или руками пациента, что позволяет избежать дополнительной контаминации микроорганизмами [1].

В Республике Беларусь (РБ) зарегистрированы следующие ранозаживляющие лекарственные средства в форме порошков: «Банеоцин» (активные вещества – полипептидный антибиотик бацитрацин и антибиотик-аминогликозид неомицин; вспомогательные вещества – кукурузный крахмал, содержащий не более 2% магния оксида), «Стрептоцид» (активное вещество – антибиотик сульфаниламид; вспомогательные вещества – крахмал, тальк, стеариновая кислота) [2].

В настоящее время на фармацевтическом рынке РБ отсутствуют лекарственные средства на основе биологически совместимых полимеров в форме порошков для местного применения для лечения глубоких повреждений кожи, в том числе с гнойно-воспалительными осложнениями. Перспективной является разработка ранозаживляющих порошков на основе природных биополимеров, таких как хитозан [3], мальтодекстрин [1], коллаген, альгинат натрия, обладающих сорбционными свойствами по отношению к раневому экссудату.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ранозаживляющее средство на основе мальтодекстрина / Д.В. Компанцев [и др.] // Науч. вест. БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. – 2017. – № 5 (254). – С. 113- 122.
2. Реестры УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rceth.by/Refbank/reestr\\_lekarstvennih\\_sredstv/results](https://www.rceth.by/Refbank/reestr_lekarstvennih_sredstv/results). – Дата доступа: 18.11.2020.
3. Гафуров, Ю.М. «Полимед» – средство наружного применения для лечения ожогов на основе хитозана / Ю.М. Гафуров, В.А. Рассказов // Библиотека ВНИРО [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/2159>. – Дата доступа: 18.11.2020.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ХАЛКОНОВ НА ИХ СПОСОБНОСТЬ  
УСИЛИВАТЬ АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА БИОЦИДОВ**

На сегодняшний день изучены сотни различных природных соединений и их модификаций, характеризующихся разнообразной биологической активностью. Особое место среди них занимают производные халконов, биологическим свойствам которых посвящено достаточно большое количество публикаций. Установлено, что наличие различных заместителей в халконовом фрагменте могут обуславливать приобретение соединением противоопухолевых, антиоксидантных, противовоспалительных, гипергликемических, антигепатотоксических и других свойств.

Одним из основных свойств модификаций халконов является их антимикробная активность, а также предполагаемое синергическое влияние, оказываемое халконами на антисептические свойства биоцидов. Согласно [1], изменения в структуре халконов могут способствовать усилению их фармакологического действия в отношении определенного ряда микроорганизмов, именно поэтому синтез и изучение влияния структуры новых халконов на их свойства представляет значительный теоретический и практический интерес.

Цель работы заключалась в установлении потенциального синергического эффекта совместного применения производных ПГМГ и халконов на пленкообразующие бактерии в планктонной форме.

Объектами исследования являлись образец халкона (D-60) и образцы модифицированного полигексаметиленгуанидина (ПГМГ). Тест-организмами служили пленкообразующие бактерии *Listeria* sp. G<sub>0</sub>. Оценка антимикробной активности проводили, используя суспензионный метод. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Синергическое влияние халкона D-60 на антимикробные препараты

Антимикробное вещество		Значение показателя R при разных концентрация халкона и ПГМГ для тест-организма G <sub>0</sub>
D-60	0,001%	0,14
Гидрохлорид ПГМГ (X)	0,00025%	0
Металлокомплекс ПГМГ (IX)	0,001%	4,95
Гидрохлорид ПГМГ– ИХНМ (VIII)	0,001%	4,21
	0,00025%	0
D-60 (0,001%) + X (0,00025%)		2,28
D-60 (0,001%) + IX (0,001%)		6,60
D-60 (0,001%) + VIII (0,00025%)		1,79
D-60 (0,001%) + VIII (0,001%)		6,41

Из полученных данных видно усиление биоцидного эффекта антимикробного препарата при совместном использовании халкона D-60 и ПГМГ (увеличение показателя R в 1,5 – 2 раза). В состав халкона D-60 входит хинолиновый фрагмент и электронодонорные заместители (бром), обуславливающие как антимикробный потенциал халкона, так и его способность усиливать биоцидные свойства препаратов, что не противоречит данным, полученным ранее [1]. Таким образом, модифицированный халкон D-60 может быть использован в комплексных биоцидных препаратах, применяемых в том числе для борьбы с микроорганизмами в составе биопленок.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Степкина, Н.Н. Зависимость биологической активности халконов от их строения / Н.Н. Степкина, А.В. Великородов // Фундаментальные исследования. –2015. – № 11. – С. 505-510.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА СОВМЕСТИМОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-11 И ПОЛИЭТИЛЕНА**

Полиамид 11 (ПА-11) относится к конструкционным полимерным материалам с хорошими физико-механическими показателями. Этот материал, по сравнению с остальными полиамидами, обладает низким водопоглощением, повышенной эластичностью, низкой температурой переработки, низкой степенью кристалличности, высокой ударной вязкостью, высоким модулем упругости, высокой стойкостью к старению и размерной стабильностью, высокими диэлектрическими свойствами. Он обладает более высокими барьерными свойствами по отношению к газам и жидкостям по сравнению с другими гибкими термопластами или каучуками, стоек к растворителям, щелочам, кислотам, маслам, жирам, нефти и бензину. Полиамид 11 получают из возобновляемого источника – семян клещевины, что делает его более привлекательным с экологической точки зрения [1].

Целью работы являлось изучение влияния термоэластопласта (ТЭП) на совместимость смеси на основе полиамида 11 и полиэтилена высокого давления (ПВД), снижение стоимости ПА-11 посредством введения ПВД и ТЭПа. В ходе работы были получены композиции на основе ПА-11 марки Rilsen BESN 210 TL с добавлением 5, 10, 15 мас.% ПВД марки 15803-020. В дальнейшем в смесь добавляли 0,2; 0,5; 0,7; 1 мас.% полиолефинового эластомера марки Polyolefin elastomer 8810. Так же было проведено модифицирование композиций N-фенилмалеимидом в малой концентрации (0,05 мас.%).

Исследование совместимости в смеси ПА-11 и ПВД при добавлении ТЭПа осуществлялось на образцах, полученных методом литья под давлением.

В ходе исследований было установлено, что введение 5 мас.% ПВД приводит к повышению ударной вязкости на 11%. Введение ТЭПа в количестве 0,5 мас.% приводит к возрастанию этой величины на 24%. Увеличение концентрации ПВД приводило к незначительному снижению ударной вязкости, но добавление ТЭПа стабильно увеличивало его примерно на 20%, не достигая при этом значений чистого ПА11, что может свидетельствовать о компатибилизирующем влиянии ТЭПа. Улучшение ударной вязкости может быть связана с облегчением условий кристаллизации при введении ПВД и ТЭПа в ПА11. При увеличении содержания ПВД до 15 мас.% происходит увеличение прочности и предела текучести при растяжении. При введении ТЭПа в эту композицию, деформация при пределе текучести особо не увеличилась, в то время как деформация при разрыве увеличилась значительно. Значения модуля упругости, по сравнению с чистым полиамидом 11, немного снизились.

Введение 15 мас.% ПВД позволило снизить показатель текучести расплава ПА-11 на 46 %, а так же значительно уменьшить водопоглощение. Водопоглощение для композиции с содержанием 15 мас.% ПВД уменьшилось на 21%, а введение в эту композицию ТЭП в количестве 0,5 мас.% снизило этот показатель на 37% по сравнению с чистым ПА11.

Добавление N-фенилмалеимида в ПА-11 позволило повысить деформационно-прочностные свойства смеси.

Таким образом, были получены модифицированные смеси на основе ПА-11 с более низкой стоимостью.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Полиамиды. Флойд Д.Е. Пер. с англ. Левиной Э.М. и Гурария М.Г. Под ред. Власовой К.Н. М.: научн.-техн. изд.-во хим. лит.-ры, 1960. – 180 с.
2. Симонов-Емельянов И. Д. Основы создания композиционных материалов. Учебное пособие / И. Д. Симонов-Емельянов, В. Н. Кулезнев – М.: МИХМ, 1986. – 64с.
3. Кулезнев В. Н. Смеси полимеров / В. Н. Кулезнев – М.: Химия, 1980. – 304с.

## ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ

Водопоглощение – свойство материала при непосредственном соприкосновении с водой впитывать и удерживать ее в своих порах. Водопоглощение выражают отношением количества поглощенной воды к массе сухого материала. Лакокрасочные покрытия относятся к пористым материалам, водопоглощение которых характеризуется количеством влаги, впитанной им при погружении в воду и выдерживании в ней в течение установленного промежутка времени. Как известно, макромолекулы полимера (пленкообразователя) связаны между собой достаточно прочными химическими связями, а также силами ассоциации (силы Ван-дер-Ваальса), которые значительно слабее химического взаимодействия. В покрытии имеются участки, где силы ассоциации незначительны. На этих участках могут образоваться пустоты между макромолекулами. Кроме того, в покрытии есть капилляры, которые образуются в процессе его формирования при испарении растворителей, сюда также понижаются молекулы воды. При контакте с влагой происходят, по существу, два процесса – набухание покрытия, при котором молекулы полимера абсорбируют молекулы воды, и проникновение через него влаги [1].

Цель работы заключалась в исследовании водопоглощения покрытий на основе стирол-акриловых дисперсий в зависимости от химического состава сополимеров дисперсной фазы и времени воздействия воды. Задача стояла в синтезе стирол-акриловых дисперсий из различных мономеров, включающих бутилакрилат, стирол, 2-гидроксиэтилакрилат, 2-гидроксиэтилметакрилат, последующем формировании покрытий в естественных условиях и исследовании их водопоглощения (ГОСТ 4650-2014).

В ходе проведения экспериментов получены зависимости водопоглощения от времени пребывания покрытия в воде, представленные на рисунке.

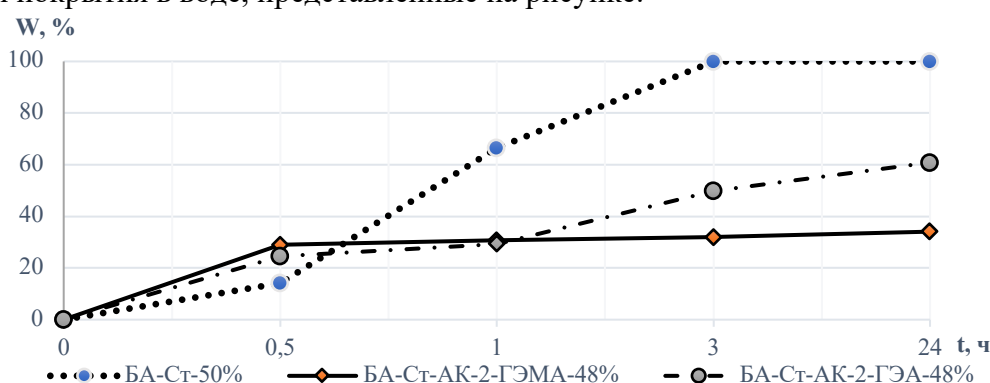


Рисунок – Зависимость водопоглощения от времени пребывания покрытия в воде

Как видно из зависимостей, водопоглощение покрытий зависит от функциональных групп, которые входят в состав сополимеров синтезированных дисперсий. Максимальное водопоглощение наблюдается в дисперсии BA-Ст-50%, в состав которой входит стирол и бутилакрилат. Также увеличение водопоглощения, но с меньшей скоростью, наблюдается для покрытия, в состав сополимера которого входит стирол, бутилакрилат и 2-гидроксиэтилметакрилат (BA-Ст-АК-2-ГЭМА-48%). Для сополимера на основе стирола, бутилакрилата и 2-гидроксиэтилакрилата (BA-Ст-АК-2-ГЭА-48%) водопоглощение достигает максимального значения за 30 мин и далее практически не изменяется. Это объясняется наличием гидрофильных ОН-групп в составе мономеров 2-ГЭМА и 2-ГЭА, обладающих большим сродством к молекулам воды.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ермачкова Н.А. Водопоглощение лакокрасочных покрытий / Н.А. Ермачкова // Тр. Брянский гос. инженер.-тех. ун-та. Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2013. – Вып. 37. – С. 160–162.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ**

Объем использования полиуретановых эластомеров в различных сферах производства с каждым днем увеличивается. Благодаря сочетанию уникальных характеристик и технологичности, полиуретан широко используется в различных областях промышленности. Сфера производства обуви и, в частности, обувной подошвы является крупным потребителем полиуретана. Эта отрасль производства динамично развивается, что приводит к накоплению как производственных, так и эксплуатационных отходов, в связи с чем появляются экологические вопросы их утилизации и вторичной переработки. Рациональное использование вторичного полиуретана и композиционных материалов на его основе, ведёт к улучшению экономической обстановки в сфере использования полиуретановых эластомеров, а также к расширению сырьевой базы [1].

Целью данной работы является разработка состава полимерных композиционных материалов, на основе вторичного полиуретана, с целью улучшения его физико-механических свойств.

Объектом исследования является смесь вторичного вспененного полиуретана на основе простых полиэфиров (ПУ) и вторичного термопластического полиуретана (ТПУ), являющихся отходами обувной промышленности.

Для улучшения физико-механических свойств к полимерной основе добавляли наполнители и модифицирующие добавки: каолин, глицериновый эфир канифоли (ГЭК) и пирогенную двуокись кремния («Аэросил») в различных процентных соотношениях.

В ходе проведения исследований было установлено, что введение добавок положительно сказалось на физико-механических свойствах композиции. Исследования показали, что при создании полимерной композиции на основе вторичного полиуретана необходимо учитывать изменение твердости, так как она влияет на абразивный износ материала, который является одной из определяющих характеристик при выборе материала для изготовления обувной подошвы.

При увеличении содержания каолина (до 10 мас.%) увеличивалось значение твердости по Шору А и износостойкости, что связано с природой неорганического наполнителя [2]. В ходе эксперимента были получены данные изменения твердости композиций на основе вторичных полиуретанов в интервале от 74 до 80 ед. по Шору А. Введение в смесь глицеринового эфира канифоли так же положительно сказалось на значениях твердости и износостойкости. При увеличении процентного соотношения вторичного ТПУ (с 10 до 20 мас.%) наблюдалось увеличение деформации при разрыве.

Таким образом введение выбранных добавок положительно сказалось на физико-механических свойствах исследуемых композиций, в частности была достигнута требуемая твердость до 80 ед. по Шору А и износостойкость, что позволит использовать вторичные материалы для выпуска обувной продукции и одновременно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Зонненшайн, М.Ф. Полиуретаны. Состав, свойство, производство, применение // 2015, Polyurethanes: Science, Technology, Markets, and Trends
2. Бьюист Дж. М, Композиционные материалы на основе полиуретанов. – М.: Химия, 1982.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК  
В КОМПОЗИЦИЯХ НА ОСНОВЕ ПЭНД**

Применение полимерных материалов в различных областях промышленности требует от них устойчивости к воздействию повышенных температур в присутствии кислорода воздуха, УФ-излучению, повышенных деформационно-прочностных, диэлектрических, фрикционных свойств, жесткости, морозостойкости. Для обеспечения этих целей разработан целый ряд функциональных добавок, таких как стабилизаторы, наполнители, смазывающие, антиблокирующие, скользящие, процессинговые и другие добавки [1,2]. Совместное использование таких добавок может приводить как к синергетическим, так и антагонистическим эффектам или без видимых эффектов взаимодействия. Данный факт должен быть учтен при составлении рецептур полимерных композиций с целью получения материалов с наилучшим комплексом свойств, ликвидации возможного перерасхода дорогостоящих добавок. Важнейшим направлением исследований является изучение влияния компонентов полимерных материалов на устойчивость к различным видам деструкции, как при их использовании в отдельности, так и при совместном введении.

Целью данной работы является изучение совместного влияния стабилизаторов и различных функциональных добавок на деформационно-прочностные и технологические свойства композиций на основе полиэтилена низкого давления 277-73 (ПЭНД), а также устойчивость композиций к термоокислительной деструкции. В качестве стабилизатора для ПЭНД использовали фенольный антиоксидант Hostanox O3 фирмы Clariant. Для модификации полимера применяли следующие функциональные добавки: суперконцентрат мелонаполненный EFPP 1001 E-Filler, суперконцентрат гранулированный тальконаполненный ADDITIVE 13169, антистатические добавки Cromex AE 50025 и ПОАЭ-23, скользящую добавку ADDITIVE DL 5644, антиблокирующие добавки АВ 50035 и ПО АВ 12, концентраты пигментов Реалпакс 10030 и Cromex White 41110, а также антипирен FR 400.

Образцы, полученные методом литья под давлением, испытывали на растяжение, определяли плотность и твердость по Шору D, а также по результатам дифференциально-термического анализа рассчитывали энергию активации термоокислительной деструкции исследуемых композиций. Одним из наиболее чувствительных показателей, характеризующим изменение свойств композиций в результате теплового старения, является относительное удлинение при разрыве, поэтому для определения степени сохранения свойств композиций после длительного теплового старения использовали данный показатель.

Полученные в результате исследований данные свидетельствуют о взаимном влиянии компонентов полимерных композиций при их совместном использовании, что должно быть учтено при дальнейшей разработке рецептур. Наилучшее сохранение деформационно-прочностных свойств после теплового старения в течение 200 ч наблюдается для композиций на основе ПЭНД с добавлением Реалпакс 10030 и Hostanox O3, а также Cromex AE 50025 и Hostanox O3.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Технология полимерных материалов: учеб. пособие / А.Ф. Николаев [и др.]; под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.
2. Фойгт, И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла / И. Фойгт. – Л.: Химия, 1972. – 544 с.

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЛАКОКРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее известными двухупаковочными лакокрасочными материалами являются полиуретановые и эпоксидные композиции. Один из компонентов этой композиции – пленкообразователь, а иногда его смеси с пигментами и это является основой (компонент А), второй компонент – отвердитель (компонент В). Свойства полиуретановых покрытий зависят от равномерности и плотности мостиковых связей, определяющих их химическую стойкость, твердость и механическую прочность, а также от числа образованных уретановыми группами водородных мостиков, которые придают покрытию эластичность.

Полиуретановые покрытия обладают тремя главными достоинствами: высокой устойчивостью к механическому воздействию, химической стойкостью, а также (в случае применения алифатических полиизоцианатов) светостойкостью и атмосферостойкостью. Практический диапазон применения таких покрытий распространяются как для бумаги, так и для защитных покрытий оборудования на промышленных предприятиях.

В данной работе нами исследовалась вязкость компонентов полимерной композиции и композиция в целом. Для испытаний были взяты образцы на основе композиции, состоящей из полиэфирной смолы ПДА 800У и полиизоцианата Desmodur V44L. Исследование вязкости проводили на следующих образцах:

- Смола ПН 609-21М – представляет собой полиэфирную смолу коричневатого-желтого цвета общего назначения.

- Смола ПДА 800-У – представляет собой продукт поликонденсации диэтиленгликоля с адипиновой кислотой светло-желтого цвета.

- Изоцианат Desmodur E 744 – жидкий коричневый продукт представляющий собой смесь 4,4' – дифенилметандиизоцианата (МДИ) с изомерами и гомологами более высокой функциональности.

Таблица – Вязкость образцов

Наименование образца	Вязкость, Па*с
Смола ПН 609	0.528
Смола ПДА 800 У	2.8
Изоцианат Desmodur E 744	1.1

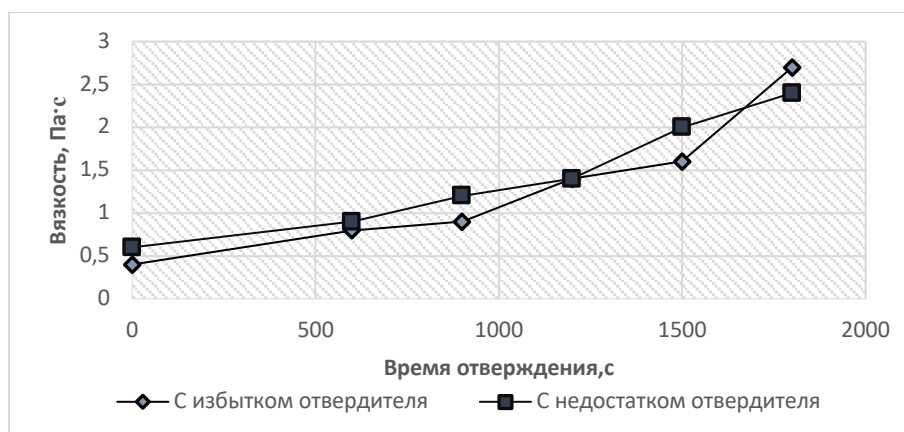


Рисунок – Зависимость вязкости от времени отверждения

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что с увеличением времени отверждения возрастает вязкость полиуретанового покрытия, что делает его более твердым и упругим и позволяет выдерживать большие нагрузки.

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ В СМЕСЯХ ПОЛИАМИД-ПОЛИПРОПИЛЕН

В отрасли переработки полимеров существует тенденция, направленная на получение и исследование полимерных композиционных материалов на основе разнородных полимеров. Необходимость проведения исследований в этой области вызвана тем, что в результате механического смешения разнородных полимеров представляется возможным получить композиционные материалы с совершенно новыми свойствами. Использование простых механических смесей полимеров недостаточно для получения качественных материалов, что объясняется, как правило, отсутствием совместимости большинства пар полимеров из-за малой энтропии их смешения и слабой адгезии в межфазной области. Становится очевидным, что достижение технологической совместимости полимеров в таких смесях позволит решить многие практические задачи по получению конструкционных материалов с достаточно хорошими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Одним из приемов достижения совместимости в полимерных смесях, является использование компатибилизирующих (совмещающих) добавок.

Целью работы являлась разработка композиций на основе полиамида-6 (ПА6), первичного и вторичного полипропилена (ПП), и изучение свойств полученных полимерных смесей. В последующем к данным композициям добавляли олефиновый тэрмоэластопласт (ТЭП) для оценки его компатибилизирующего действия.

Для получения образцов использовали ПА6 марки Волгамид 27, ПП марки Ставролен 21030, ТЭП марки Polyolefin Elastomer 8810. Введение в ПА6 первичного ПП в количестве 3 и 10 мас.% не приводит к значительному уменьшению прочности при разрыве. При добавлении ТЭПа в эти композиции наблюдается выраженная концентрационная зависимость. Во всех исследуемых композициях увеличение прочности при разрыве наблюдается при концентрации ТЭП 0,5 мас.%. Помимо этого, при увеличении содержания ПП или ПП вторичного в смеси происходит уменьшение деформации при разрыве за счет перекристаллизации, происходящей в ПА6 за счет увеличения подвижности макроцепей. Введение ТЭП в эти композиции, позволяет нивелировать этот эффект и увеличивает относительную деформацию при разрыве. При увеличении содержания ПП (ПП вторичного) в композициях, закономерно уменьшается предел текучести, однако он остается на достаточно высоком уровне – 63,5 МПа. При добавлении ТЭПа наблюдается стремительное уменьшение предела текучести во всех композициях. Важнейшей характеристикой как полиамида, так и полипропилена является ударная вязкость. Полученные результаты согласуются с показателями модуля упругости. Максимальными значениями ударной вязкости обладает композиция ПА6-5 мас.% ПП вторичного. Добавлении ТЭПа закономерно увеличивает ударную вязкость.

Поскольку ТЭП вводится в очень малых количествах, то улучшение свойств композиции при его введении, можно объяснить не столько эластифицирующим, сколько компатибилизирующим действием для данных полимерных пар. Таким образом можно сделать вывод о повышении совместимости в системе при введении ТЭП.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Торнер, Р. В. Теоретические основы переработки пластмасс / Р. В. Торнер. – М.: Химия, 1977. – 400 с.
2. Берлин, А.А. Принципы создания композиционных материалов / С.А Вольфсон, Н.С Ениколопов. – М.: Химия. 1990. – 238 с.
3. Николаев, А.Ф. Технология полимерных материалов / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШИННЫХ РЕЗИН

Основной причиной использования кремнекислотных наполнителей (ККН) в шинных резинах является усиливающее его действие, которое практически сравнимо с действием технического углерода. Простая замена техуглерода на минеральный наполнитель невозможна из-за особенностей структуры поверхности его частиц. Это создает трудности при смешении с углеводородными каучуками и не обеспечивает необходимой степени усиления. Проблема повышения сродства диоксида кремния к каучукам и снижения взаимодействия частиц наполнителя друг с другом решается путем модификации его поверхности специальными соединениями – силанами.

Наибольший эффект от использования белых саж в эластомерных композициях достигается при введении их в протекторные резиновые смеси, что способствует сохранению при пониженных температурах высокой эластичности, усилению сцепления с мокрой и обледенелой дорогой и снижению потерь на качение [1].

Целью работы являлось исследование влияния различных марок кремнекислотных наполнителей на динамические свойства протекторных резин для легковых шин. В качестве объектов исследования выступали наполненные эластомерные композиции на основе комбинации бутадиен-стирольного и бутадиенового каучуков, содержащие минеральные наполнители марок Zeosil 1165 МР и Exstrasil 150 ВД в дозировке 80,0 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука.

Кремнекислотные наполнители являются гидрофильными аморфными материалами, на поверхности которых равномерно распределены силоксановые и силанольные группы. Усиливающая способность диоксида кремния характеризуется удельной площадью поверхности  $S_{уд}$ . Исследуемые ККН марок Zeosil 1165 МР и Exstrasil 150 ВД имеют  $S_{уд}$  по ЦТАБ равную 160 и 153 м<sup>2</sup>/г соответственно.

В результате исследований динамических свойств вулканизатов были определены модуль упругости, модуль потерь, а также тангенс угла механических потерь ( $tg\delta$ ) при температуре 60°C (таблица).

Таблица – Динамические свойства протекторных резин

Марка ККН	Модуль упругости E', МПа	Модуль потерь E'', МПа	tgδ
Zeosil 1165MP	8,45	1,81	0,21
Exstrasil 150 ВД	7,38	1,45	0,19

Установлено, что резины, содержащие кремнекислотный наполнитель марки Exstrasil 150 ВД, обладают меньшим модулем упругости по сравнению с вулканизатами с Zeosil 1165 МР, что будет способствовать улучшению адгезии протектора с мокрым и обледенелым покрытием. Выявлено, что образцы с Exstrasil 150 ВД характеризуются меньшим значением модуля потерь, что свидетельствует о меньшем теплообразовании в резине в процессе эксплуатации, а, следовательно, и меньшим расходом топлива. Кроме того, вулканизаты с ККН марки Exstrasil 150 ВД имеют меньшее значение тангенса угла механических потерь при 60°C, что позволит снизить гистерезисные потери при циклических деформациях, т. е. потери тепла в окружающую среду. Такой характер изменения динамических свойств резин может быть обусловлен различием в величине удельной площади поверхности исследуемых наполнителей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пичугин, А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин / А.М. Пичугин. – Москва: Автополис-плюс, 2010. – 383 с.



## ПЛАСТОЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ СО СТАБИЛИЗИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Пластоэластические свойства резиновых смесей характеризуют их поведение при формовании заготовок перед вулканизацией и влияют на производительность технологического процесса и качество готовой продукции [1]. Использование в составе резиновых смесей новых ингредиентов может оказывать существенное влияние на их реологические характеристики.

Целью работы являлось исследование влияния природы и дозировки стабилизирующих добавок на пластоэластические характеристики резиновых смесей.

В качестве объектов исследования использовались наполненные резиновые смеси на основе комбинации синтетических полиизопренового и полибутадиенового каучуков, применяемые для производства формовых резинотехнических изделий. Стабилизирующими добавками являлись следующие производные пространственно-затрудненных пирокатехинов: 3-морфолино-метил-5-*трет*-бутил-1,2-дигидроксибензол (стабилизатор 1), 3-пиперидинометил-5-*трет*-бутил-1,2-дигидроксибензол (стабилизатор 2), 3-(1-азепанилметил)-5-*трет*-бутил-1,2-дигидроксибензол (стабилизатор 3), 4,6-ди-*трет*-бутил-3-(4-гидроксифенилиминометил)-1,2-дигидроксибензол (стабилизатор 4). Данные стабилизаторы вводились в наполненные резиновые смеси в дозировках 1,0 и 2,0 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. В качестве образца сравнения использовались резиновые смеси с промышленным фенольным стабилизатором 2,6-ди-*трет*-бутил-4-метилфенолом (ионол, ВНТ), который вводился в резиновые смеси в аналогичных дозировках.

Определение вязкости по Муни резиновых смесей осуществляли на сдвиговом вискозиметре MV 2000 в соответствии с ГОСТ Р 54552-2011. Вязкость по Муни резиновых смесей оценивали по значению крутящего момента на оси ротора по истечении 4 мин от начала его вращения.

Установлено, что значение вязкости по Муни для композиции с ионолом в дозировке 1 мас.ч. составило 11,8 усл. ед. Муни. При введении опытных стабилизирующих добавок в аналогичной дозировке в исследуемую эластомерную композицию, показатель вязкости изменяется в диапазоне 13,0–17,5 усл. ед. Муни. При этом с увеличением содержания до 2 мас.ч. как промышленного, так и опытных стабилизаторов происходит увеличение вязкости смесей. Так, вязкость эластомерных композиций с ионолом увеличивается на 21,2%, а композиций с опытными добавками на 17,7–28,5% по сравнению с композициями, содержащими 1 мас.ч. добавок. Наибольшее увеличение вязкости наблюдается в случае композиции с 2 мас.ч. иминосодержащего стабилизатора 4 (вязкость данной композиции составляет 20,7 усл.ед. Муни).

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что введение стабилизирующих добавок на основе производных пространственно-затрудненных пирокатехина в наполненные эластомерные композиции на основе каучуков общего назначения приводит к некоторому повышению вязкости по Муни, что потребует корректировки составов рецептур резиновых смесей и технологических режимов их переработки. Такой характер изменения пластоэластических характеристик исследуемых смесей с опытными стабилизаторами может быть связан, прежде всего, с молекулярным строением применяемых стабилизаторов и их количественным содержанием. Наличие различных по структуре объемных и полярных заместителей в бензольном кольце производных пирокатехина может затруднять течение смеси в направлении деформации вследствие увеличения межмолекулярных взаимодействий полимерных цепей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев А. Е., Буканов А. М., Швердяев О. Н. Технология эластомерных материалов: учеб. для вузов. – М.: Истек, 2009. – 502 с.

### ВЛИЯНИЕ ВИДА ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА СВОЙСТВА ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО КАРТОНА

Современная тенденция развития бумажного и картонного производства характеризуется необходимостью улучшения качества выпускаемой продукции при одновременном снижении ее себестоимости. Это направление относится к производству полиграфического картона, включая крупнотоннажные виды продукции марок SBB и FBB. Их получение основано на последовательном осуществлении двух технологий: 1) формирование трехслойной структуры картона (немелованного); 2) одно- или двухстороннее мелование при получении картона марок SBB и FBB соответственно.

Нерешенной актуальной проблемой является проблема замены в среднем слое немелованного картона дорогостоящих и дефицитных первичных волокнистых полуфабрикатов (целлюлозу (для картона марки SBB) и беленую термомеханическую массу БХТММ (для картона марки FBB) на более дешевые и доступные вторичные (макулатуру белую). Целесообразность применения макулатуры в структуре немелованного картона оценивается достижением регламентируемых печатных свойств, определяемых для мелованного картона. Отсутствие информации по этой проблеме сдерживает возможность применения макулатуры. Поэтому исследования в этом направлении представляют научный и практический интерес.

Цель исследования – изучить возможность замены в среднем слое полиграфического картона марок SBB и FBB первичных волокнистых полуфабрикатов (целлюлозы и БХТММ) на вторичные (макулатуру белую).

Исследования проводили в два этапа. На первом этапе на листоотливном аппарате Rapid-Ketten (Германия) изготавливали образцы элементарных слоев немелованного полиграфического картона, отличающиеся видом используемого в среднем слое волокнистых полуфабрикатов; после совмещения влажных образцов и получения трехслойного картона осуществляли их высушивание при температуре 100°C. На втором этапе на поверхность полученных образцов трехслойного картона наносили меловальную пасту стандартной рецептуры. Для анализируемых образцов полиграфического картона определяли белизну (Б) по ISO 2470-1999, впитываемость (В) по ISO 1974-1990 и гладкость (Г) по ISO 8791-4-1. Состав и свойства картона представлены в таблице.

Таблица – Состав и свойства образцов полиграфического картона марок SBB и FBB

Марка образца картона	Состав			Свойства		
	Покровный слой	Средний слой	Основной слой	Б, %	В, г/м <sup>2</sup>	Г, с
SBB	Целлюлоза	Целлюлоза	Целлюлоза	81	24	88
FBB		БХТММ		82	21	89
SBB	Целлюлоза	Макулатура белая	Целлюлоза	82	25	86
FBB				84	22	87

Получено, что свойства образцов полиграфического картона марок SBB и FBB по всем показателям качества соответствуют регламентируемым значениям (белизна – не менее 80%, впитываемость – не более 30 г/м<sup>2</sup> и гладкость – не менее 80 с).

Таким образом, показана возможность замены в средних слоях полиграфического картона марок SBB и FBB дорогостоящих и дефицитных первичных волокнистых полуфабрикатов (целлюлозы и БХТММ) на более дешевые и доступные вторичные (макулатуру белую). Изменение композиционного состава среднего слоя картона по волокну имеет важное практическое значение с экономической точки зрения, что обуславливается возможностью снижению себестоимости картона.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА НА БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ СУЛЬФАТНОЙ НЕБЕЛЕННОЙ ИЗ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ**

Целлюлозу сульфатную небеленую из хвойных пород древесины производят в Республике Беларусь в условиях ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат». Химическая переработка хвойных пород древесины позволяет получать целлюлозу, обладающую высокой способностью к отбелке, что расширяет область ее применения. В отличие от вторичных волокнистых полуфабрикатов, включающих разнообразные марки макулатуры, целлюлоза, как правило, обладает высокими бумагообразующими свойствами. Этому способствуют условия процесса размола [1]. Основными факторами этого процесса являются концентрация волокнистой суспензии и продолжительность воздействия на нее размалывающей гарнитуры.

Отсутствие в научной и технической литературе информации о влиянии процесса размола на бумагообразующие свойства целлюлозы сульфатной небеленой, полученной из хвойных пород древесины, сдерживает возможности перерабатывающих предприятий по сокращению продолжительности процесса размола и, следовательно, по использованию энергосберегающих технологий при производстве выпускаемого ассортимента бумаги и картона.

Цель работы – исследование бумагообразующих свойств целлюлозы сульфатной небеленой из хвойных пород древесины в зависимости от концентрации волокнистой суспензии и продолжительности процесса размола.

В лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины на моделирующем оборудовании ЛКР-1 размалывали целлюлозу при различной концентрации волокнистой суспензии (С), которая составляла 1,0 и 1,7%. При этом увеличивали продолжительность процесса размола ( $\tau$ ) от 1 до 50 мин. Исследования проводили в два этапа. На первом этапе получали размолотые целлюлозные суспензии, отличающиеся степенью помола (от 20 до 70°ШР) и концентрацией (С = 1,0% и С = 1,7%). На втором этапе из этих суспензий изготавливали образцы бумаги и элементарных слоев картона с постоянной массоемкостью (80 г/м<sup>2</sup>); для каждого из них определяли бумагообразующие свойства целлюлозы, которые характеризовали прочностными показателями качества – разрушающим усилием в сухом состоянии и разрывной длиной.

Установлено, что при  $7 \leq \tau \leq 25$  мин процесс размола протекал с преобладанием желаемого фибриллирования волокон и максимального раскрытия гидроксильных групп, участвующих в структурообразовании образцов бумаги и элементарных слоев картона и способствующих повышению их прочности. Степень помола волокнистой суспензии, имеющей концентрацию С = 1,0% и С = 1,7%, находилась в диапазоне 30–60°ШР. При этом наблюдалось повышение разрушающего усилия в сухом состоянии и разрывной длины исследуемых образцов бумаги и элементарных слоев картона на 25–40 и 32–54% соответственно. Это свидетельствовало об улучшении бумагообразующих свойств исследуемой целлюлозы за счет управления процессом размола.

Повышение  $\tau$  от 35 до 50 мин сопровождалось укорочением волокон из-за протекающего процесса «рубки» и увеличением степени помола от 60 до 70°ШР. Появление мелковолокнистой фракции приводило к снижению разрушающего усилия в сухом состоянии и разрывной длины на 20–40 и 23–35% соответственно.

Таким образом, повышению бумагообразующих свойств целлюлозы сульфатной небеленой из хвойных пород древесины способствует процесс размола в течение 7–25 мин. Повышение концентрации волокнистой суспензии от 1,0 до 1,7% способствует сокращению продолжительности процесса размола на 10–12% и, следовательно, экономии электроэнергии.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Кожевников, С.Ю. Межволоконные электростатические связи в бумаге / С.Ю. Кожевников, И.Н. Ковернинский // Химия растительного сырья. – 2012. – № 3. – С. 197–202.

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИСПЕРСНОСТИ ПИГМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ МЕЛОВАНИЯ БУМАГИ И КАРТОНА

Мелованные виды бумаги и картона пользуются повышенным потребительским спросом. Их получают путем нанесения на поверхность бумаги-основы и картона-основы меловальных паст. Основными компонентами меловальных паст являются пигменты (100 мас. ч.) и связующие (16–32 мас. ч.). На долю остальных компонентов, к числу которых относятся диспергаторы, регуляторы текучести и рН, антивспениватели, антисептики, отбеливатели и т. д., приходится 2–6 мас. ч. Поэтому свойства меловальных паст существенно зависят от структуры и дисперсности пигментов, входящих в их состав. Последующее нанесение меловальных паст на поверхность бумаги-основы и картона-основы оказывает существенное влияние на формирование структуры меловального покрытия и прочность его с поверхностью основы.

В настоящей работе впервые предпринята попытка придания основным компонентам меловальной пасты (пигментам) характерной (индивидуальной) степени окрашиваемости за счет использования различных красителей (8 видов).

Цель исследования – изучение структуры и дисперсности пигментов, применяемых в меловальных пастах, с использованием визуального (микроскопического) метода и различных красителей, отличающихся цветом и воздействием на присутствующие частицы.

В лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины БГТУ были приготовлены меловальные пасты различного состава. В качестве пигментов использовали каолин  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (ГОСТ 19607-74), карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  (ГОСТ 4530-76) и барий сернокислый  $\text{BaSO}_4$  (ГОСТ 3158-75). В качестве связующих применяли крахмал окисленный (ГОСТ 54647-2011), натрийкарбоксиметилцеллюлозу  $\text{NaКМЦ}$  (ГОСТ 25130-82), казеиновый клей (ГОСТ 3056-90) и карбамидоформальдегидный олигомер КФО [1]. Для оценки степени окрашиваемости пигментов использовали 8 образцов красителей, предназначенных для цветной печати. Исследования проводили с использованием микроскопа биологического с осветлителем (Великобритания), оснащенного микрофотонасадкой.

Получено, что исследуемые пигменты имели кристаллическое строение, но различную форму. Каолин состоял из гексагональных пластинок с соотношением толщина : длина = 1 : 10. Карбонат кальция состоял из кристаллов игольчатой формы. Частицы исследуемых пигментов отличались размером  $D_{\text{ср}}$ . Их средний диаметр составлял, мкм:  $D_{\text{ср}} \leq 2,0$  для каолина,  $D_{\text{ср}} \leq 1,8$  для карбоната кальция и  $D_{\text{ср}} \leq 0,5$  для бария сернокислого. Установлено, что частицы каолина и карбоната кальция не обладали одинаковыми «покровными» свойствами и не давали одинаковые результаты при меловании образцов бумаги и картона. Исследования показали, что каолин по сравнению с другими пигментами (карбонатом кальция и барием сернокислым) легче диспергируется благодаря высокой удельной поверхности и почти полному отсутствию растворимых солей.

Таким образом, каолин, карбонат кальция и барий сернокислый отличаются структурой и дисперсностью, что влияет на свойства меловальных паст и технологию их нанесения на поверхность бумаги-основы и картона-основы. Каолин имеет преимущества по сравнению с карбонатом кальция и барием сернокислым: он легче диспергируется благодаря высокой удельной поверхности и содержит минимальное количество растворимых солей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Карпова, С.В. Изучение свойств мелованной бумаги при замене природного связующего на новое синтетическое / С.В. Карпова, Н.В. Черная // Химия и химическая технология переработки растительного сырья : материалы докладов Междунар. научно-техн. конф., Минск, 10–12 октября 2018 г. – Минск: БГТУ. – 2018. – С. 187–191.

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ УПАКОВОЧНОЙ БУМАГИ**

Упаковочные виды бумаги изготавливают, как правило, из различных видов целлюлозы (беленых и небеленых). Беленые виды целлюлозы по своей прочности уступают небеленым из-за отсутствия в них природного связующего (лигнина). В то же время использование беленых видов целлюлозы позволяет не только расширить ассортимент полученных из них упаковочных материалов, но и улучшить качество нанесенной цветной или черно-белой текстовой информации. Такую беленую целлюлозу начали производить в Республике Беларусь на новом производстве в условиях ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат».

Однако в научной и технической литературе отсутствуют публикации о способах повышения прочности упаковочной бумаги, изготовленной из отечественной целлюлозы беленой. К перспективным способам повышения прочности упаковочной бумаги относится способ, основанный на управлении процессом фибриллирования волокон с использованием размалывающего оборудования и, следовательно, стадии размола.

Цель исследования – разработка способа повышения прочности упаковочной бумаги на основе управления процессом фибриллирования на стадии размола целлюлозы беленой.

Сущность исследования заключалась в получении из отечественной целлюлозы беленой в лабораторном ролле нескольких видов волокнистых масс, отличающихся концентрацией (1,0 и 1,7%) и степенью помола (30, 50 и 70°ШР). Затем из этих масс изготавливали образцы бумаги (80 г/м<sup>2</sup>), прочность которых характеризовали такими стандартными показателями, как разрывная длина и удлинение. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица – Влияние процесса фибриллирования волокон на прочность образцов бумаги

Условия процесса фибриллирования		Прочность образцов бумаги	
Концентрация массы, %	Степень помола, °ШР	Разрывная длина, м	Удлинение, %
1,0	30	6050	4,1
	50	8800	4,4
	70	6600	4,7
1,7	30	7305	3,5
	50	9570	3,0
	70	8475	3,3

Из таблицы видно, прочность образцов бумаги зависит от концентрации массы и ее степени помола. При исследованных значениях концентраций масс, составляющих 1,0 и 1,7%, наблюдается сначала характерное повышение прочности образцов бумаги до высоких показателей при увеличении степени помола от 30 до 50°ШР, а при дальнейшем возрастании степени от 50 до 70°ШР – ее снижение. Поэтому степень помола 50°ШР для целлюлозной массы является предпочтительной, поскольку улучшенная прочность является приемлемой для упаковочной бумаги.

Таким образом, одним из перспективных способов повышения прочности упаковочной бумаги из целлюлозы беленой отечественного производства является повышение степени помола массы от 30 до 50°ШР. Ее концентрация должна быть увеличена от 1,0 до 1,7%.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Черная, Н.В. Технология производства бумаги и картона : учеб. пособие / Н.В. Черная, В.Л. Колесников, Н.В. Жолнерович. – Минск: БГТУ. – 2013. – 435 с.

\* Исследования проводили в рамках заключенного договора о сотрудничестве и утвержденного плана взаимодействия между БГТУ и ГУО «Средняя школа № 108 г. Минска».

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУМАГИ ПОСРЕДСТВОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ КРАХМАЛАМИ

В настоящее время и в перспективе целлюлозно-бумажная промышленность ориентирована на замену синтетической упаковки, не подлежащей переработке и требующей специальной (достаточно трудной) утилизации, на изготовление и использование легко перерабатываемых видов упаковочных материалов, полученных на основе растительного сырья. Таким сырьем являются первичные (различные виды целлюлозы) и вторичные (разнообразные марки макулатуры) волокнистые полуфабрикаты. Поэтому проблема получения и использования упаковки природного происхождения вместо синтетической является актуальной для производителей и потребителей во всем мире в целом и для Республики Беларусь в частности. Особую актуальность приобретают одноразовые стаканы для холодных пищевых продуктов.

Цель исследования – разработка способа поверхностной обработки бумаги крахмалами (немодифицированным и модифицированным) на основе изучения свойств полученных образцов листовых изделий.

Объект исследования – бумага, выпускаемая в условиях ПУП «Бумажная фабрика Гознака» Для ее получения используют целлюлозу (80%) и макулатуру (20%).

На поверхность бумаги наносили клейстеры крахмала картофельного, полученных на основе двух видов отечественных продуктов: 1) немодифицированный; 2) модифицированный (степень замещения составляла 0,03%). Концентрация клейстеров (С) составляла 0,2, 0,5 и 1,0%. Количество нанесенных слоев (N, шт.) увеличивали от 1 до 3. Поверхностную обработку бумаги осуществляли с одной и двух сторон. Качество полученных листовых изделий характеризовали такими показателями, как разрушающее усилие в сухом ( $R_{\text{сух}}$ , Н) и во влажном ( $R_{\text{вл}}$ , Н) состояниях, влагопрочностью (ВЛГПР, %) и гидрофобностью (впитываемостью при одностороннем смачивании ВПИТ, г/м<sup>2</sup>). Качество лучших образцов бумаги и условия их поверхностной обработки представлены в таблице.

Таблица – Качество образцов бумаги посредством поверхностной обработки крахмалами

Условия поверхностной обработки образцов бумаги		Качество образцов бумаги				
Вид крахмала	С, %	N, шт.	$R_{\text{сух}}$ , Н	$R_{\text{вл}}$ , Н	ВЛГПР, %	ВПИТ, г/м <sup>2</sup>
Односторонняя обработка						
Немодифицированный крахмал	0,5	2	41,30	6,42	15,54	35,13
Модифицированный крахмал	0,2	1	59,80	9,41	15,73	28,30
Двухсторонняя обработка бумаги						
Немодифицированный крахмал	0,2	2	42,30	6,44	15,22	35,12
Модифицированный крахмал	0,2	1	59,81	9,43	15,77	28,31

Таким образом, двухсторонняя поверхностная обработка бумаги модифицированным крахмальным клейстером по сравнению с односторонней позволила увеличить прочность и влагопрочность полученных листовых изделий и улучшить их гидрофобность. Модифицированный крахмал дает лучшие результаты по сравнению с немодифицированным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черная, Н.В. Технология производства бумаги и картона : учеб. пособие / Н.В. Черная, В.Л. Колесников, Н.В. Жолнерович. – Минск: БГТУ. – 2013. – 435 с.

\* Исследования проводили в рамках заключенного договора о сотрудничестве и утвержденного плана взаимодействия между БГТУ и ГУО «Средняя школа № 101 г. Минска».

**ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ**

В современной пищевой, парфюмерно-косметической и фармацевтической промышленности в качестве антимикробных средств особую роль занимает использование препаратов растительного происхождения.

Цель работы – изучение антимикробной активности экстрактов, полученных из растительного сырья.

В качестве объекта исследования выбраны два вида растительного сырья: листья воробейника лекарственного (*Lithospermum officinale* L.) и цветки бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium* L.).

В листьях воробейника лекарственного встречаются гидроксикоричные кислоты (розмариновая, кофейная, феруловая), флавоноиды, которые представлены гликозидами кверцитина (рутин и изокверцитрин), хлорофилл и дубильные вещества [1]. В цветках бессмертника песчаного встречаются флавоноиды: нарингенин, салипурпозид, прунин, апигенин, лютеолин, кемпферол, кверцетин и их гликозиды, халкон изосалипурпозид, а также полисахариды, кумарины, гидроксикоричные кислоты (кофейная, феруловая, хлорогеновая), производные фталевого ангидрида, дубильные вещества [2]. Основными действующими веществами указанных видов растительного сырья являются флавоноиды и их гликозидные производные. Экстракты листьев воробейника лекарственного и цветков бессмертника песчаного получали экстрагированием навесок данного растительного сырья массой  $1 \pm 0,01$  г 50%-ным этиловым спиртом в течение 40 мин при температуре  $70 \pm 2^\circ\text{C}$ . При этом соотношение массы сырья к объему экстрагента для листьев воробейника лекарственного составляло 1:20, для цветков бессмертника песчаного – 1:50.

Антимикробную активность водно-спиртовых растворов экстрактов определяли диффузионным методом «лунок» с измерением диаметров зон задержки роста микроорганизмов в отношении следующих штаммов: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, взятых из музея кафедры биотехнологии БГТУ. Для этого, на чашках, засеянных суточными культурами исследуемых микроорганизмов в агризованной питательной среде, делали по четыре лунки диаметром 8 мм. В лунки № 1 и № 2 вносили по 80 мкл экстракта листьев воробейника лекарственного и цветков бессмертника песчаного, в лунку № 3 – по 40 мкл каждого экстракта, в лунку № 4 – 80 мкл контроля (50%-ный этиловый спирт). Чашки помещали в термостат при  $30^\circ\text{C}$  на сутки. Появление прозрачных зон вокруг лунок свидетельствовало об антибактериальной активности экстракта. По среднему диаметру зон делали вывод об уровне антибактериальной активности.

Результаты показали, что антимикробной активностью обладают только экстракты цветков бессмертника песчаного, при том по отношению к грамположительным аэробным бактериям (*Staphylococcus aureus*): зона отсутствия роста бактерий составляла  $15 \pm 2$  мм, зона задержки роста бактерий –  $21 \pm 1$  мм. При введении двух экстрактов, зона отсутствия роста бактерий составляла  $12 \pm 1$  мм, зона задержки роста бактерий –  $18 \pm 2$  мм.

Таким образом, экстракт цветков бессмертника песчаного обладает высокой антимикробной активностью только по отношению к грамположительным аэробным бактериям.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гринёв, В.С. Полифенольные соединения новой биологически активной композиции из цветков бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench.) / В.С. Гринёв [и др.] // Химия растительного сырья. – 2015. – №2. – С. 177–185.

2. Dreslera, S.. Comparison of some secondary metabolite content in the seventeen species of the *Boraginaceae* family / S. Dreslera, G. Szymczakb, M. Wojcika // Pharmaceutical biology. – 2017. – Vol. 55. No. 1. – P. 691–695.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ  
ЭКСТРАКТОВ**

Фотопротекция – широкое понятие, подразумевающее комплекс мероприятий, направленных на уменьшение экспозиции ультрафиолетового облучения [1].

По степени воздействия на кожу человека условно выделяют четыре области УФ-излучения: УФ-С (200–290 нм) – коротковолновая, бактерицидная радиация, поглощается в стратосфере; УФ-В (290–320 нм) – средневолновые лучи, вызывающие канцерогенез; УФ-АI (320–380 нм) и УФ-АII (380–400 нм) – длинноволновое, хорошо проникающее в кожу излучение [2].

Чрезмерное воздействие УФ-облучения на кожу приводит к преждевременному старению, солнечным ожогам, угнетению иммунной системы. В связи с этим, производство и использование продуктов, предохраняющих кожу от воздействия солнечных лучей, обладающих фотопротекторной и антиоксидантной активностью, за последние десятилетия постоянно растет. Спектр используемых в солнцезащитных композициях УФ-фильтров как органического, так и минерального происхождения достаточно широк [2, 3], однако в настоящее время ведется активный поиск натуральных фотопротекторов.

Целью данной работы являлось изучение фотопротекторных свойств растительных экстрактов методом УФ-спектроскопии на спектрофотометре РВ 2201А (Solar, РБ) в диапазоне длин волн 190–400 нм. Экстракты получали мацерацией при температуре 40–50 °С в течение 60 мин при перемешивании. Соотношение сырье : вода составило 1 : 20. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Фотопротекторные свойства растительных экстрактов

Растительный экстракт	Способность поглощать УФ-лучи				
	Максимум поглощения, нм	УФ-С	УФ-В	УФ-АI	УФ-АII
Лаванды (лат. <i>Lavandula</i> )	325	+	+	+	–
Черники (лат. <i>Vaccinium myrtillus</i> )	354	+	+	+	–
Огурца (лат. <i>Cucumis sativus</i> )	241	+	–	–	–
Малины (лат. <i>Rubus idaeus</i> )	345	+	+	+	–
Мелиссы (лат. <i>Melissa</i> )	345	+	+	+	–
Череды (лат. <i>Bidens</i> )	282	+	–	–	–
Мяты перечной (лат. <i>Mentha piperita</i> )	344	+	+	+	–
Душицы (лат. <i>Origanum vulgare</i> )	345	+	+	+	–

Установлено, что все исследуемые экстракты, кроме экстрактов огурца и череды, эффективно поглощают лучи С, В и АI УФ-излучения. Экстракты огурца и череды можно отнести только к группе УФ-С-протекторов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Прохоров, Д. В. Современные представления о фотопротекции / Д.В. Прохоров [и др.] // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2016. – № 1. – С. 54–57.
2. Свиридова, А. А. Солнцезащитные средства. I. Классификация и механизм действия органических УФ фильтров / А. А. Свиридова, А. А. Ищенко // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49. – вып. 11. – С. 3–14.
3. Wolf, R. Sunscreens / R. Wolf [et al.] // Clinics in Dermatology. – 2001. – № 19. – P. 452–459.



## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ КОНОПЛЯНОГО МАСЛА НА СТЕПЕНЬ ЕГО ОКИСЛЕНИЯ

Нерафинированное конопляное масло – уникальный диетический продукт с высокой биологической ценностью, содержащий жирные кислоты омега-6 и омега-3 в наилучшем для человека соотношении – 3 : 1, витамины (А, Е, В1, В2, В3, В6, С, D), аминокислоты и микроэлементы (калий, кальций, медь, железо). Конопляное масло находит применение в медицине, косметологии, пищевой промышленности [1].

Однако высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в масле делает его неустойчивым к окислению при хранении. Срок годности нерафинированного конопляного масла – 2 месяца. После вскрытия упаковки рекомендуется хранить в холодильнике. В связи с этим исследование влияния температуры хранения конопляного масла на степень его окисления представляет научный и практический интерес.

Анализ глубины окисления нерафинированного конопляного масла холодного отжима (ООО «Белалей») проводили по результатам определения содержания первичных (перекисное число (ГОСТ 26593–85)) и вторичных (концентрация малонового диальдегида – МД [2]) продуктов окисления в образцах № 1 и № 2, которые хранились без доступа света при температуре  $(6\pm 2)$  и  $(20\pm 2)$  °С соответственно. Одновременно определяли кислотное число образцов масла, которое является регламентируемым показателем его качества (ГОСТ 8989–73).

Установлено, что за 38 сут кислотное число образцов масла изменилось незначительно и соответствовало ГОСТ. При этом перекисное число образца № 2 увеличилось в 2 раза.

Результаты определения концентрации малонового диальдегида в образцах № 1 и № 2 конопляного масла представлены на рисунке.

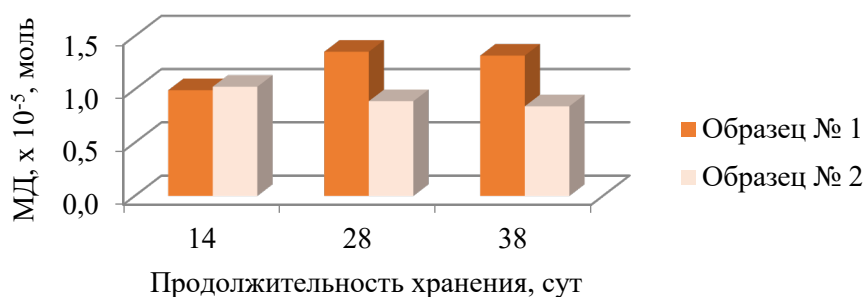


Рисунок – Изменение концентрации малонового диальдегида в масле при хранении

Таким образом, в течение 38 сут в нерафинированном конопляном масле накопление первичных продуктов окисления происходит быстрее при хранении его без доступа света при температуре  $(20\pm 2)$  °С, в то время как вторичные продукты окисления интенсивно образуются в масле при температуре  $(6\pm 2)$  °С.

Рекомендуется продолжить исследование влияния температуры хранения на степень окисления нерафинированного конопляного масла для сохранения его биологической ценности и подбора стабилизирующей системы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Димитриев, В. Л. Жирно-кислотный состав масла конопли и его использование / В. Л. Димитриев [и др.] // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – 812 с.
2. Стальная, И. Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии; под ред. В. Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 66–68.

### КОНСЕРВИРОВАНИЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Многолетние бобовые травы служат источником растительного белка и обменной энергии в рационе жвачных животных. Однако высокое содержание доступного белка повышает буферность корма и в сочетании с дефицитом доступных сахаров заметно снижает силосуемость трав.

Целью данной работы является изучение консервирующих свойств комплексного биопрепарата, созданного на основе гомоферментативных молочнокислых бактерий (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*) и полиферментной композиции, содержащей целлюлазу, ксиланазу и пектиназу. Специально подобранный ферментный комплекс позволяет восполнить дефицит легкосбраживаемых сахаров для питания молочнокислых бактерий, что способствует образованию достаточного количества молочной кислоты.

Силосование измельченной люцерны осуществлялось в лабораторных условиях с использованием герметичных вакуумных пакетов в присутствии комплексного биопрепарата и без добавок (контроль).

Оценка качества силоса проводилась через 60 сут после завершения процесса консервирования. Учитывались следующие показатели: цвет, запах, содержание органических кислот (молочной, уксусной, масляной) и трудногидролизуемых полисахаридов.

Все образцы, как опытный, так и контрольный имели желтовато-коричневый цвет с четко выраженной структурой стеблей и листьев растений. Опытный образец обладал приятным ароматом свежесквашенных овощей в отличие от контрольного образца, обладающего неприятным запахом.

Улучшение силосуемости люцерны подтверждается повышенным содержанием молочной кислоты (3,21% по сравнению с контролем 0,35%), а также оптимальным соотношением молочной и уксусной кислот 83,4/16,6. Следовательно, внесение биоконсерванта позволяет сместить биохимические процессы в сторону молочнокислого брожения.

Важным показателем доброкачественности силоса является отсутствие масляной кислоты в опытном образце в отличие от контрольного (0,8 %), что указывает на эффективное подавление патогенной микрофлоры.

Влияние ферментной композиции положительным образом отразилось на сохранности силоса за счет интенсификации микробиологических процессов с использованием трудногидролизуемых полисахаридов, содержание которых снизилось на 22,2% (с 10,8 до 8,4%) по сравнению с контролем. Применение комплексного биоконсерванта обеспечило деструкцию трудноперевариваемой сырой клетчатки до легкосбраживаемых моносахаридов, которые использовались молочнокислыми бактериями в качестве источника питания.

Результаты, полученные при силосовании люцерны, свидетельствуют об эффективной консервации и минимизации потерь питательных веществ при внесении биопрепарата, позволяющего получить высококачественный силос с высоким содержанием белка.

Таким образом, был подтвержден высокий консервирующий эффект комплексного биоконсерванта на основе молочнокислых бактерий (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*) и полиферментной композиции. Был получен доброкачественный силос из люцерны с высокой энергетической и питательной ценностью, позволяющий реализовать генетический потенциал крупного рогатого скота.

**СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАНИФОЛЬНО-МАЛЕИНОВЫХ АДДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

Модифицирование канифоли непредельными соединениями проводят по реакции Дильса-Альдера. Чаще всего в качестве модифицирующего агента используют малеиновый ангидрид. В настоящее время существует множество способов получения канифольно-малеинового аддукта (КМА) из канифоли и малеинового ангидрида, различающихся между собой соотношением реагентов и продолжительностью реакции. Данный процесс можно также проводить в присутствии катализаторов, в качестве которых выступают кислоты Льюиса, минеральные и органические кислоты. Применение катализаторов повышает выход малеопимаровой кислоты и позволяет сократить продолжительность реакции.

Целью данной работы являлось получение КМА по реакции Дильса-Альдера в условиях кислотного катализа и сравнение его основных показателей качества с физико-химическими свойствами КМА, полученного по стандартной методике.

Для исследований использовалась живичная сосновая канифоль высшего сорта (ГОСТ 19113–84). В качестве катализатора использовали 96%-ую серную кислоту. Модифицирование канифоли малеиновым ангидридом в условиях кислотного катализа осуществляли согласно методике [1]. Контроль за ходом реакций осуществляли по содержанию свободного малеинового ангидрида. Процесс проводили до тех пор, пока в реакционной массе присутствует малеиновый ангидрид.

Основными качественными показателями канифоли, определяющими ее эксплуатационные свойства, являются кислотное число и температура размягчения. Кислотное число определяли по ГОСТ 17823.1–72. Температуру размягчения определяли по ГОСТ 23863–79. В таблице представлены условия получения КМА, а также их качественные показатели.

Таблица – Показатели качества исходной канифоли и канифольно-малеиновых аддуктов, полученных в различных условиях

Исследуемое вещество	Условия реакции:				Показатели качества:	
	количество малеинового ангидрида, мол. %	количество катализатора (96%-ая H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), масс. %	температура процесса, °С	продолжительность, ч	кислотное число, мг КОН/г	температура размягчения, °С
живичная канифоль	–	–	–	–	170,0	70,8
КМА	10,0	–	180	3,0	196,0	72,5
КМА	10,0	1,0	160	1,0	194,0	74,5

Примечание. Начало отсчитывали от момента загрузки малеинового ангидрида.

Как видно из таблицы, канифольно-малеиновый аддукт, полученный в условиях кислотного катализа, по качественным показателям не уступает канифольно-малеиновому аддукту, полученному по стандартной методике. Следует отметить, что в данном случае применение катализатора имеет два преимущества: меньшая продолжительность процесса модифицирования канифоли малеиновым ангидридом (увеличение скорости реакции) и меньшие энергозатраты при проведении процесса.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Diels-Alder reaction [Electronic resource]: pat. US 2776277, IPC C 09 F 1/04 / G. I. Keim. – Publ. date 01.01.1957. Mode of access: <http://patents.google.com/patent/US2776277A/en>. – Date of access: 24.08.2020.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БУМАГИ-ОСНОВЫ ДЛЯ ГОФРИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПРОКЛЕЙКИ И УПРОЧНЕНИЯ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ

Производство бумаги и картона из вторичных волокон растет быстрыми темпами, примерно в 2 раза быстрее, чем производство бумаги из целлюлозы. В сравнении с бумагой из первичного волокна, которые обладают относительно постоянными прочностными и иными свойствами, вторичное волокно отличается изменчивостью свойств. Для макулатуры характерны нестабильные бумагообразующие свойства, неоднородный фракционный состав и, следовательно, невысокая прочность изготовленной бумаги.

В связи с увеличением использования вторичного сырья в производстве различных макулатурных видов бумаги немалую практическую значимость и актуальность получили стадии упрочнения и проклейки бумажной продукции, а также применяемые для этого вспомогательные химические вещества [1].

Цель исследования – изучение зависимости свойств бумаги для гофрирования от условий проклейки и упрочнения макулатурной массы. В качестве вспомогательных химических веществ были использованы проклеивающие эмульсии для достижения требуемых показателей впитываемости при одностороннем смачивании и упрочняющие добавки, которые увеличивают прочностные показатели готовых образцов бумаги и картона. В работе была предпринята попытка замены канифольной проклеивающей эмульсии (расход 0,5% от а.с.в.) на синтетический клей АКД «Fennosize KD 225 UP» (расход 0,4% от а.с.в.) и влагопрочной смолы «Maresin» (расход 0,18% от а.с.в.) на модифицированный карбамидоформальдегидный олигомер, синтезированный на кафедре ХПД (расход 0,20% от а.с.в.).

Были изготовлены и испытаны образцы бумаги-основы для гофрирования по существующей технологии и по предлагаемой технологии.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица – Сравнительная характеристика показателей качества образцов бумаги-основы для гофрирования

Наименование показателя	Значение показателей	
	Существующая технология	Предлагаемая технология
Разрывная длина, м	2880	3050
Удлинение, мм	3,4	3,6
Влагопрочность, %	3,4	5,2
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>	32	25

Из таблицы видно, что при замене канифольной проклеивающей эмульсии (существующая технология) на синтетический клей АКД «Fennosize KD 225 UP» (разработанная технология) впитываемость при одностороннем смачивании уменьшилось от 32 до 25 г/м<sup>2</sup>, а при замене влагопрочной смолы «Maresin» на модифицированный карбамидоформальдегидный олигомер разрывная длина увеличилась от 2880 до 3050 м и удлинение возросло от 3,4 до 3,6 мм. Отмечено, что введение в макулатурную массу модифицированного карбамидоформальдегидного олигомера дополнительно придает образцам бумаги влагопрочные свойства.

### ЛИТЕРАТУРА

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

## ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОКЛЕИВАЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА И ВЛАГОПРОЧНОЙ СМОЛЫ НА СВОЙСТВА БУМАГИ ДЛЯ ОБОЕВ

Бумага для обоев предназначена для изготовления отделочных материалов на бумажной основе с печатным рисунком или с другим декоративным покрытием для отделки стен и потолков жилых и общественных помещений. Для повышения конкурентоспособности, улучшения качества и удешевления бумаги для обоев актуальна разработка замены импортных химикатов на отечественные [1].

Поэтому целью данной работы являлось изучение свойств бумаги для обоев в зависимости от вида и расхода проклеивающего вещества, а также влагопрочной смолы.

Для изучения совместного влияния проклеивающего вещества и влагопрочной смолы на свойства бумаги для обоев в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги массой 65 г/м<sup>2</sup> из смеси сульфатной беленой лиственной и хвойной целлюлоз. В роли проклеивающих веществ были использованы АКД «KV 150 НР» (импортный химикат) и модифицированный карбамидоформальдегидный олигомер (МКФО – отечественный химикат), а в качестве упрочняющего вещества – влагопрочную смолу «Кумене». Содержание каждого химиката в композиции 1%-ной целлюлозной суспензии варьировали от 0,1 до 0,6 % от а.с.в. Изготовление образцов бумаги осуществлялось на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (Германия) в соответствии со стандартной методикой.

По результатам испытаний наилучшие значения физико-механических показателей были выявлены у образцов бумаги, в композициях которых расход проклеивающего вещества составил 0,25 % от а.с.в., а расход влагопрочной смолы «Кумене» составил 0,15% от а.с.в. Результаты показателей качества полученных образцов бумаги для обоев по существующей и предлагаемой технологиям представлены в таблице.

Таблица – Сравнительная характеристика показателей качества бумаги для обоев по существующей и разработанной технологиям

Наименование показателя	Существующая технология	Предлагаемая технология
Разрывная длина, м	4325	4600
Разрушающее усилие, Н:		
в сухом состоянии	36,5	47,8
во влажном состоянии	10,2	6,9
Удлинение в сухом состоянии, мм	4,1	4,3
Влагопрочность, %	28	14,4
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>	25,7	23,1

Результаты проведенных исследований показали, что импортный химикат АКД «KV 150 НР» можно заменить на отечественный химикат МКФО, т.к. физико-механические показатели находятся наравне или выше существующей технологии изготовления бумаги для обоев. Таким образом, использование отечественного химиката МКФО совместно с влагопрочной смолой является эффективным с технологической точки зрения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черная, Н.В. Проклейка бумаги и картона в кислой и нейтральной средах / Н.В. Черная, А.И. Ламоткин. – Минск: БГТУ, 2003. – 345 с.

**ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАРБОМИДФОРМОЛЬДЕГИДНОГО  
ОЛИГОМЕРА НА ПРОЧНОСТЬ В СУХОМ И ВО ВЛАЖНОМ СОСТОЯНИИ  
ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО КАРТОНА**

Фильтрация с помощью фильтр картона до сих пор представляет собой наиболее универсальный и распространенный способ фильтрации. Фильтр-картон используется для глубокой очистки механического и (или) адсорбционного отделения частиц, микроорганизмов и коллоидов. Фильтровальные виды картона должны быть биологически инертными, не должны вызывать потери биологически активных веществ, иметь механическую прочность, позволяющую предварительно их стерилизовать и проводить процесс фильтрации при значительной разности давлений. В зависимости от поставленных задач фильтрация позволяет производить очистку от микроорганизмов и других загрязнений. Этим повышается качество и эффективность фильтруемых жидкостей [1,2].

Фильтровальный картон представляет собой материал, в составе которого присутствуют преимущественно натуральное волокнистое сырье, сорбенты и связующие, а также иногда вводят различные добавки, направленные на улучшение физико-химических и некоторых других свойств [3, 4].

На отечественных предприятиях, в качестве упрочняющих добавок используют импортные вещества «Maresin» и «Melapret». К перспективным способам упрочнения фильтровального картона относится способ, основанный на введении в волокнистую суспензию модифицированного карбомидоформольдегидного олигомера (МКФО), проявляющего упрочняющее действие.

Цель данной работы – исследовать свойства фильтровального картона при замене импортной влагопрочной смолы «Melapret» на отечественный продукт модифицированный карбомидоформальдегидный олигомер (МКФО), синтезированный на кафедре ХПД БГТУ.

Лабораторные исследования проводили с образцами элементарных слоев картона массой 100 г/м<sup>2</sup>, в композициях которых присутствовали импортная влагопрочная смола «Melapret» и отечественный продукт – МКФО. Расход химических добавок увеличивали от 0,0 % до 1,0 % по а.с.в.. Изготовленные образцы элементарных слоев картона имели высокую прочность в сухом и во влажном состояниях, за счет образования дополнительных межволоконных связей с участием активных групп исследуемых добавок.

Установлено, что присутствие МКФО с расходом 0,3 % от а.с.в. (в сравнении с таким же расходом импортной влагопрочной смолы «Melapret»), позволила повысить влагопрочность элементарных слоев картона от 7,9 до 11,29 % (увеличение на 30,0%), а также увеличить разрывную длину от 1710 до 2000 м (возрастание на 14,5%).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Залесская, Н. П. Производство асбестовых бумаг, картона, фильтрующих материалов: учеб. пособие/ Н. П. Залесская, М. В. Сакалова. – Москва: Химия, 1989. – 104 с.
2. Черная, Н. В. Технология производства бумаги и картона: учеб. пособие/ Н. В. Черная, В. Л. Колесников, Н. В. Жолнерович. – Минск.: БГТУ, 2013. – 435 с.
3. Канарский, А. В. Фильтровальные виды бумаги и картона для промышленных технологических процессов/ А. В. Канарский. – Москва: Экология, 1991. – 274 с.
4. Фляте, Д. М. Технология бумаги: учебн. Пособие/ Д. М. Фляте.. – Москва: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МЕЛОВАЛЬНЫХ ПАСТ НА СВОЙСТВА  
ЛЕГКОМЕЛОВАННОЙ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ**

Применение мелованной бумаги в полиграфическом производстве позволяет существенно повысить качество печати и уровень художественного оформления изданий. При печатании на мелованных видах бумаги снижается расход печатных красок, а печатное изображение приобретает лоск. Для получения максимальной разрешающей способности изображения на оттиске лучше всего подходят мелованные виды бумаги [1]. Широкое применение находит легкокомелованная газетная бумага, использование которой позволяет осуществлять многокрасочную печать. Известно, что в состав меловальной пасты входят пигменты (мел, каолин, бланфикс, диоксид титана, сатинвайс и др.), связующие (натрийкарбоксиметилцеллюлоза, крахмал, латекс и др.) и вспомогательные добавки (диспергирующие вещества, вещества, влияющие на гидрофильность, антивспениватели, оптические отбеливатели и др.). Их содержание влияет на свойства мелованных видов бумаги [2, 3].

Цель исследования – изучение влияния состава меловальных паст на свойства образцов бумаги. Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях были приготовлены различные композиции меловальных паст. В качестве бумаги-основы использовали бумагу со следующими свойствами: белизна 80%, непрозрачность 93,9%, впитываемость при одностороннем смачивании 17,2 г/м<sup>2</sup> и влагопрочность 12%. Бумага подвергалась одностороннему мелованию. Нанесение покрытия осуществляли на лабораторной меловальной установке К101 с распределяющим стержнем фирмы «Printcoat Instruments». Сушка мелованной бумаги осуществлялась при температуре (105 ± 5)°С.

Влияние композиционного состава меловальной пасты на свойства бумаги оценивали разрывной длиной, белизной, удлинением в сухом состоянии. Показатели качества образцов легкокомелованной бумаги представлены в таблице.

Таблица – Показатели качества образцов легкокомелованной бумаги по существующей и разработанной технологии

Показатель качества	По существующей технологии	По разработанной технологии
Разрывная длина, м	1840	1890
Разрушающее усилие, кгс	2,21	2,24
Удлинение в сухом сост., мм	12,00	13,22
Впитываемость, г/м <sup>2</sup>	24,90	40,60
Белизна, %	82,70	83,50

Результаты проведенных исследований показали, что при замене природных связующих (существующая технология) синтетическим МКФО (разработанная технология) можно достичь повышения показателей белизны, разрывной длины, удлинения в сухом состоянии.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Недельмен, А. Х. Теория и практика кроющих суспензий / А. Х. Недельмен, Г. Х. Белдауф; под ред. А. Х. Недельмен. – Москва: Лесная промышленность, 1969. – 134 с.
2. Джеймс М. Кейси Свойства бумаги и ее переработка / М. Кейси Джеймс. – Москва: Гослесбумиздат, 1969. – 650 с.
3. Бондарев, А.И. Производство бумаги и картона с покрытием. Учебное пособие для профтехучилищ / А.И. Бондарев. – Москва: Лесная Промышленность, 1985. – 192 с.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСНОГО КОВРА

Суть проблемы заключается в интенсификации горячего прессования за счет ускорения работы каландрового пресса. Поставленная цель достигается путем снижения толщины древесного ковра после холодной подпрессовки, что дает меньшую нагрузку на сам каландровый пресс, т.е. сокращается время горячего прессования [1]. В качестве модификатора карбамидной смолы использовали гидроксиэтиловый эфир целлюлозы путем введения его в связующее для повышения формоустойчивости древесного ковра.

Гидроксиэтилцеллюлоза – это вещество легко и быстро растворимое в горячей или холодной воде, которое образует растворы с различным уровнем вязкости. Гидроксиэтилцеллюлоза может сгущать, связывать, суспендировать, эмульгировать, стабилизировать, удерживать воду в составе многокомпонентных смесей. Совместима с синтетическими и природными смолами, эмульгаторами, эмульсионными полимерами и противоположными компонентами. Растворима в воде, спиртово-водных смесях, и в любых растворителях для целлюлозы. Гидроксиэтилцеллюлоза (ГЭЦ) совмещается с нитратами, хлоридами и карбонатами, со многими ПАВ. Рабочий интервал рН составляет 2 - 12.

Влияние ГЭЦ на свойства связующего и физико-механические показатели плит приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Влияние ГЭЦ на свойства карбамидного связующего

Расход ГЭЦ, % к а.с. смоле	Краевой угол смачивания, °	Липкость, кг/м <sup>2</sup>	Вязкость по ВЗ-4, с	Потеря массы образца ДКМ при вибрации, %
0	39,53	60,9	51	45,5
1,5	36,25	66,7	53	38,2
3,0	33,31	83,8	56	35,3
6,0	28,50	130,7	93	24,6

Таблица 2 – Физико-механические показатели древесностружечных плит

Расход ГЭЦ, % к а.с. смоле	Предел прочности при изгибе, МПа	Разбухание, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Эмиссия формальдегида, мг/100 г а.с. плиты
0	17,4	23,4	706	6,18
1,5	17,3	25,1	652	5,48
3,0	17,7	24,6	686	5,94
6,0	17,7	25,3	658	5,02

Введение ГЭЦ не ухудшает физико-механические показатели плит, но вместе с тем значительно увеличивает формоустойчивость древесного ковра. Потеря массы образца древесного композиционного материала (ДКМ), полученного в процессе холодного прессования, при испытании на вибрацию (продолжительность 10 мин, амплитуда колебаний 2,9 мм) уменьшилась с 45,5% до 24,6%. Это позволит сократить время горячего прессования плит с ГЭЦ в композиции связующего не менее чем на 15%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович А. А. Физико-химические основы образования древесных плит / А. А. Леонович // СПб.: ХИМИЗДАТ. – 2003. – С. 192.



## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЦВЕТНОСТИ И ОДНОТОННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДВП

Цвет выпускаемой деревоперерабатывающими предприятиями продукции зависит от многих факторов, таких как исходное сырьё, условия хранения, параметры производства (технология производства, используемые химические реагенты, давление, температура и продолжительность прессования). Крайне важно следить за тем, чтобы продукция из разных партий совпадала по оттенку цвета, так как это – один из приоритетных факторов для потребителя. Таким образом, при производстве необходимо иметь возможность количественной оценки цветности продукции.

Для оценки цветности продукции была разработана следующая методика. Древесноволокнистая плита, изготовленная при определенных технологических параметрах, сканируется. У полученного изображения при помощи графического редактора удаляются все дефекты, полученные при прессовании, а также фон изображения, чтобы они не оказывали влияния на общий тон. После чего изображение усредняется до такой степени, что его цвет становится полностью однородным: светлые участки затемняются, а тёмные осветляются до некоего среднего значения. Таким образом, получается обобщенный оттенок цвета плиты, который в последующем оценивается по цветовой модели RGB. Данная цветовая модель позволяет количественно описать тон как смесь основных цветов, взятых в конкретном соотношении. С её помощью можно с большой точностью (содержание каждого из основных цветов оценивается от 0 до 255) охарактеризовать цвет в числах, которые в последствии можно сравнивать, находить отклонения от стандартных образцов, исследовать влияние различных красителей и параметров прессования на полученные оттенки с последующим построением математических моделей и нахождением зависимостей, а также для оценки яркости оттенков.

Таблица – Влияние параметров горячего прессования на цветовую гамму поверхности ДВП

Температура прессования, °С	Время прессования, мин.	R(красный)	G(зелёный)	B(синий)	R:G:B	Относительная яркость, %
140	1	234	161,5	91,5	2,56:1,77:1	63,6
140	3,5	230,5	153,5	90,5	2,55:1,7:1	62,0
140	6	224	150	88	2,55:1,7:1	60,4
160	1	231	152,5	87	2,66:1,75:1	61,5
160	3,5	222	140,5	73	3,04:1,92:1	56,9
160	6	214,5	133	66	3,25:2,02:1	54,0
180	1	208	127	58,5	3,56:2,17:1	51,4
180	3,5	154,5	84,5	30,5	5,07:2,77:1	35,2
180	6	130,5	67	22	5,93:3,05:1	28,7

Предложенная методика позволяет достаточно точно оценить изменение цветности, соотношение цветов, общую яркость поверхности. Очевидно, что влияние температуры существенно больше, чем продолжительности прессования. Данный метод при использовании чувствительных сканеров и современных цветовых моделей может использоваться в промышленности как инструмент контроля качества продукции для получения нужного оттенка окраски продукции – плит и декоративной бумаги.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Иллюстрированный самоучитель по Photoshop [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://photoshop.demiart.ru/book/index.html> – Дата доступа: 20.11.2020

**КОРРОЗИЯ СТАЛИ СТ316 В ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ ОЗОНСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ**

В настоящее время использование озонированной воды для дезинфекции материалов и поверхностей является перспективным направлением, так как метод озонирования воды прост в выполнении, при разложении озон не загрязняет окружающую среду. В сравнении с озонированной водой растворы хлорсодержащих соединений менее эффективны для дезинфекции поверхностей, а также способны ускорять их коррозию, т. к. свободный хлор, выделяющийся из его производных, способен долгое время находиться на дезинфицируемой поверхности и за счет длительного контакта встраиваться в кристаллические решетки веществ. Нами были проведены исследования целью которых было изучить способность озонированной воды и растворов хлорсодержащих соединений уничтожать грамм-положительные и грамотрицательные бактерии и проверить их способность влиять на скорость коррозии поверхностей. Экспериментально установлено, что озонированная вода обладает более сильными дезинфицирующими свойствами, чем растворы хлорсодержащих соединений. Ранее изучено влияние хлорсодержащих дезинфицирующих растворов и растворов озона на коррозию низкоуглеродистых сталей. Показано, что озон вызывает значительную коррозию данных сталей в сравнении с хлорсодержащими дезинфицирующими веществами в концентрациях 50–150 мг/л по активному хлору [1, 2]. Однако, ввиду того, что необходимое время обработки для озона составляет всего около 20–30 мин, в отличие от хлорсодержащих реагентов, где время воздействия составляет 8–24 часа, коррозия сталей составляет в 2,5 раза меньше в случае использования озона.

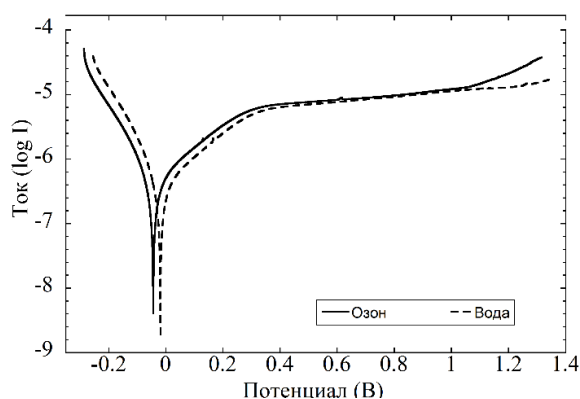


Рисунок – Потенциал коррозии

В виду распространения COVID-19 встал вопрос об оценке коррозионного воздействия хлорсодержащих дезинфицирующих веществ в больших концентрациях (2 мас.%) с растворами озона в воде. Данные концентрации применяются для дезинфекции рабочих поверхностей в медицинских и других учреждениях. В качестве объекта исследований использовалась нержавеющая сталь марки 316. Время обработки в дезинфицирующих средах 30 мин. Как показывают данные, приведенные на рисунке, потенциал коррозии Ст 3 в воде, обработанной озон, практически совпадает с потенциалом коррозии модельной водопроводной воды: -0,022 и -0,020 В соответственно. Плотность тока коррозии для озонированной воды превышает незначительно плотность тока коррозии модельной водопроводной воды и составляет  $2,790 \cdot 10^{-8}$  и  $1,974 \cdot 10^{-8}$  А/см<sup>2</sup> соответственно. Результаты проведенных исследований показали более высокую коррозионную активность озонированной воды по сравнению с водопроводной. В дальнейшем будут проведены исследования коррозионной активности хлорсодержащих дезинфицирующих сред на коррозию стали Ст316.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Romanovski V., Claesson P. M., Hedberg Y. S. Comparison of different surface disinfection treatments of drinking water facilities from a corrosion and environmental perspective // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – 27(11). – С. 12704–12716.
2. Романовский, В.И. Технические аспекты использования озона в водоподготовке – Technical aspects of the ozone use for water treatment / В.И. Романовский, А.Д. Гуринович, Ю.Н. Бессонова, Е.В. Крышилович // Вода magazine. – 2016. – №2(102). – С. 36–41.

## КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Nd}(\text{Ba},\text{Sr})(\text{Fe},\text{Co},\text{Cu})_2\text{O}_{5+\delta}$

Кислороддефицитные двойные перовскиты типа  $\text{LnBa}(\text{Me}',\text{Me}'',\text{Me}''')_2\text{O}_{5+\delta}$  ( $\text{Ln} = \text{Y}$ , редкоземельный элемент (РЗЭ),  $\text{Me}', \text{Me}'', \text{Me}''' = \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}$ ) обладают комплексом уникальных свойств, в связи с чем представляют интерес в качестве основы для разработки новых полупроводниковых электродных материалов для твердооксидных топливных элементов [1], полупроводниковых химических сенсоров газов [2], катализаторов окисления углеводородов [3], высокотемпературных термоэлектриков [4].

Функциональные характеристики этих материалов могут быть существенно улучшены при изо- или гетеровалентном замещении катионов в их структуре, вследствие чего разработка методов химической модификации слоистых перовскитных оксидов является актуальной задачей, представляющей большое научное и практическое значение.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния частичного замещения бария стронцием на структуру и электропроводность твердых растворов на основе  $\text{NdBa}(\text{Fe},\text{Co},\text{Cu})_2\text{O}_{5+\delta}$ .

В работе керамическим методом из  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (НО-Л),  $\text{BaCO}_3$  (ч.),  $\text{SrCO}_3$  (ч.),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ос.ч.),  $\text{CuO}$  (ч.д.а.),  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (ч.) на воздухе в течение 40 ч при 1173 К проведен синтез твердых растворов  $\text{NdBa}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeCo}_{0,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_{5+\delta}$  ( $x = 0,02; 0,05; 0,10; 0,20$ ), в интервале температур 1223–1273 К в течение 18 ч спечена керамика, определены параметры кристаллической структуры твердых растворов и четырехконтактным методом изучена электропроводность спеченной керамики.

Полученные образцы, в пределах погрешности рентгенофазового анализа, были однофазными и имели тетрагональную структуру (пространственная группа симметрии  $P4/mmm$ ) с параметрами элементарной ячейки  $a = 3,903 - 3,914 \text{ \AA}$ ,  $c = 7,707 - 7,717 \text{ \AA}$ , которые несколько уменьшались с ростом  $x$ . Кажущаяся плотность образцов изменялась в пределах 4,84– 5,62 г/см<sup>3</sup>, уменьшаясь с ростом степени замещения бария стронцием.

Удельная электропроводность ( $\sigma$ ) керамики вблизи комнатной температуры носила полупроводниковый характер, который около 710–735 К изменялся на металлический, что обусловлено выделением из образцов слабосвязанного кислорода. Величина  $\sigma$  керамики составляла  $\approx 7-14 \text{ См/см}$  и  $\approx 98-112 \text{ См/см}$  при комнатной температуре и температуре максимума ( $T^*$ ) соответственно, при этом значения  $\sigma$  образцов возрастали, а  $T^*$  – уменьшались при увеличении степени замещения бария стронцием в структуре  $\text{NdBaFeCo}_{0,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_{5+\delta}$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Klyndyuk, A.I.  $\text{YBa}(\text{Fe},\text{Co},\text{Cu})_2\text{O}_{5+\delta}$  Cathode Materials for Solid Oxide Fuel Cells / A.I. Klyndyuk [et al.] // Физическая химия и электрохимия расплавленных и твердых электролитов: сб. науч. трудов. – Екатеринбург: Издательский Дом «Ажур». – 2020. – С. 171–174.
2. Чижова, Е.А. Газочувствительные свойства слоистых феррокупратов лантана (иттрия) – бария / Е.А. Чижова, С.В. Шевченко, А.И. Клындюк // Тр. Белорус. гос. технол. ун-та. Сер. 2. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 146–154.
3. Чижова, Е.А. Сенсорные и каталитические свойства твердых растворов на основе  $\text{YBaCuFeO}_5$  / Е.А. Чижова [и др.] // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Мат. Межд. науч.-техн. конф., 26–28 ноября 2003 г., г. Минск. – Мн.: БГТУ. – 2003. – С. 317–319.
4. Оксидный термоэлектрический материал: пат.16900 Респ. Беларусь, МПК C04B 35/50 Н 01L 35/22 / А.И. Клындюк, Е.А. Чижова, Н.С. Красуцкая; заявитель Бел. гос. технол. ун-т. – № а20110855; заявл. 16.06.11; опубл. 28.02.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1. – С. 84.

**ФАЗОВО-НЕОДНОРОДНАЯ КЕРАМИКА НА БАЗЕ  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ , ПОЛУЧЕННАЯ ДВУХСТАДИЙНЫМ СПЕКАНИЕМ**

Слоистый кобальтит кальция  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  характеризуется высокими значениями удельной электропроводности и коэффициента термо-ЭДС и низкой теплопроводностью, устойчив к воздействию атмосферного кислорода при повышенных температурах, и поэтому является перспективной основой для разработки материалов *p*-ветвей высокотемпературных термоэлектродгенераторов. Недостатком получаемой традиционным твердофазным методом керамики  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  является высокая пористость, что приводит к низкой механической прочности и удельной электропроводности. Эффективным способом получения высокоплотной керамики  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  является использование горячего прессования или искрового плазменного спекания, однако эти методы требуют редкого и дорогостоящего оборудования. Альтернативой получения высокоплотной керамики на основе  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  является двухстадийный метод спекания [1]. Перспективным способом улучшения функциональных (термоэлектрических) характеристик керамики на основе слоистого кобальтита является направленное создание в ней фазовой неоднородности.

В данной работе с целью разработки новых термоэлектрических материалов с улучшенными характеристиками на основе слоистого кобальтита кальция твердофазным методом с последующим двухстадийным спеканием синтезирована фазово-неоднородная керамика в системе оксид кальция – оксид кобальта и изучено влияние катионного состава на ее микроструктуру, электротранспортные и функциональные (термоэлектрические) свойства.

Образцы в системе  $\text{Ca}_{2.4}\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  –  $\text{CaCo}_{3.4}\text{O}_{9+\delta}$  получали твердофазным методом из  $\text{CaCO}_3$  (ч.д.а.)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (ч.) на воздухе при температуре 1173 К в течение 12 ч. Отпрессованные образцы спекали сначала в течение 11 ч при температуре 1473 К, а затем для восстановления ожидаемого в соответствии с диаграммой состояния фазового состава ее дополнительно отжигали на воздухе при 973 К в течение 8 ч, а затем при 1173 К в течение 64 ч.

По величине пористости (6–15%) синтезированная нами керамика мало отличалась от высокоплотной керамики, получаемой методами горячего прессования или искрового плазменного спекания. Вблизи комнатной температуры электропроводность керамики носила слабо выраженный металлический характер, который около 450–500 К изменялся на полупроводниковый. Значения кажущейся энергии активации электропроводности образцов в интервале температур 700–1100 К изменялись в пределах 0,086–0,136 эВ. Ввиду низкой пористости удельная электропроводность полученной двухстадийным спеканием керамики  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  была значительно выше ( $\sigma \sim 50\text{--}65$  См/см), чем для керамики, получаемой обычным твердофазным методом ( $\sigma \sim 25\text{--}30$  См/см) [2]. Удельная электропроводность, коэффициент термо-ЭДС и, как следствие, фактор мощности керамики возрастали при увеличении содержания в ней кальция и уменьшались при увеличении содержания в керамике кобальта. Наибольшим значением фактора мощности характеризовалась фазово-неоднородная керамика состава  $\text{Ca}_3\text{Co}_{3.4}\text{O}_{9+\delta}$  – 265 мкВт/(м·К<sup>2</sup>), при  $T = 1100$  К, что на 20% выше, чем для базового слоистого кобальтита кальция, полученного двухстадийным спеканием ( $P_{1100} = 218$  мкВт/(м·К<sup>2</sup>)) и более, чем в два с половиной раза превышал фактор мощности высокопористой керамики  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  ( $\Pi = 45\%$ ), получаемой обычным твердофазным способом ( $P_{1100} = 100$  мкВт/(м·К<sup>2</sup>)) [2].

Работа выполнена при поддержке ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» (подпрограмма «Материаловедение и технологии материалов», задание 1.55).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Post-calcination, a novel method to synthesize cobalt oxide-based thermoelectric materials / Kang M.-G.[et al.] // Acta Mater. – 2014. – V. 73. – P. 251–258.
2. Клындюк, А.И. Синтез и свойства дизамещенных производных слоистого кобальтита кальция / А.И. Клындюк, И.В. Мацукевич // Физ. хим. стекла. – 2015. – Т. 41. – № 5. – С. 737–744.

**НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ЗАМЕЩЕННЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ  
ФЕРРИТА ВИСМУТА  $\text{BiFeO}_3$** 

Мультиферроики (сегнетомагнетики), в которых сосуществуют ферромагнитный и сегнетоэлектрический порядки, привлекают к себе внимание из-за возможности их использования в различных технологических приложениях (спинтроника, сенсоры магнитного поля, устройства магнитной памяти и др.), а также для фундаментальных исследований. Несмотря на свою потенциальную полезность, сегнетомагнитные материалы редки в природе и до сих пор ни один из них не использовался на практике, так как немногие из известных мультиферроиков одновременно сильно реагируют на внешние магнитные и электрические поля при комнатной температуре. Примером такого мультиферроика является  $\text{BiFeO}_3$  со структурой перовскита, что связано с высокими значениями его температуры Нееля ( $T_N=643$  К) и сегнетоэлектрической температуры Кюри ( $T_c=1083$  К), которые и определяют привлекательность  $\text{BiFeO}_3$  для поиска новых материалов с высокими значениями электрической поляризации и намагниченности при комнатной температуре. Однако синтез  $\text{BiFeO}_3$  и твердых растворов на его основе путем взаимодействия соответствующих оксидов существенно осложняется рядом факторов, связанных с особенностями химических свойств оксида висмута, что не позволяет получать беспримесные твердые растворы. В связи с этим целью данных исследований являлась разработка твердофазного метода синтеза твердых растворов на основе  $\text{BiFeO}_3$  со структурой перовскита с изовалентным замещением ионов  $\text{Bi}^{3+}$  ионами  $\text{Pr}^{3+}$  без содержания посторонних примесей.

Для синтеза образца  $\text{Bi}_{0,95}\text{Pr}_{0,05}\text{FeO}_3$  порошки прекурсора  $\text{Bi}_{1,8}\text{Pr}_{0,2}\text{Fe}_4\text{O}_9$  и оксида  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  смешивали в стехиометрическом соотношении в соответствии с реакцией  $\text{Bi}_{1,8}\text{Pr}_{0,2}\text{Fe}_4\text{O}_9 + \text{Bi}_2\text{O}_3 = 4\text{Bi}_{0,95}\text{Pr}_{0,05}\text{FeO}_3$  и подвергали помолу с добавлением этанола. Приготовленную шихту после помола высушивали при комнатной температуре для полного удаления спирта. Из шихты были спрессованы таблетки, которые подвергались спеканию при трех различных режимах: I –  $T = 900^\circ\text{C}$ , 4ч, II –  $T = 830^\circ\text{C}$ , 4 ч, III –  $T = 830^\circ\text{C}$ , 30 мин. При выборе температуры синтеза учитывались температуры инконгруэнтного плавления соединений  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$  ( $960^\circ\text{C}$ ) и  $\text{BiFeO}_3$  ( $930^\circ\text{C}$ ), что лимитировало верхнюю границу температурного диапазона обжига значением  $900^\circ\text{C}$ . На рисунке приведены рентгенограммы полученных при различных режимах термообработки образцов  $\text{Bi}_{0,95}\text{Pr}_{0,05}\text{FeO}_3$ . Для сравнения приведена также рентгенограмма порошка незамещенного феррита  $\text{BiFeO}_3$ .

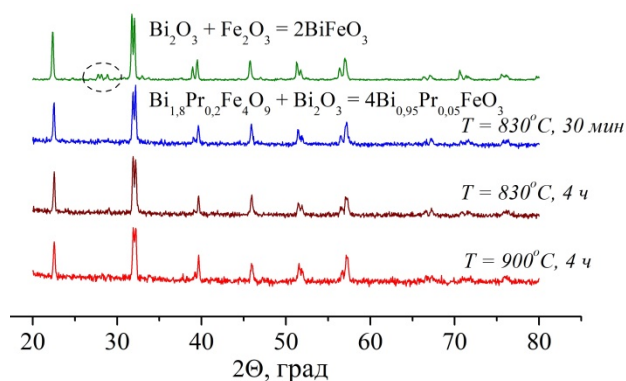


Рисунок – Рентгеновские дифрактограммы  $\text{Bi}_{0,95}\text{Pr}_{0,05}\text{FeO}_3$ , синтезированного при различных условиях

Установлено, что все полученные образцы  $\text{Bi}_{0,95}\text{Pr}_{0,05}\text{FeO}_3$  имели кристаллическую структуру ромбоэдрически искаженного перовскита и показали отсутствие следовых количеств примесных фаз. При этом образец, обожженный при  $T = 900^\circ\text{C}$  в течение 4 ч, являлся однофазным, но рентгеновские линии не были достаточно четкими и интенсивными в сравнении с другими образцами, синтезированными при более низкой температуре. Это, вероятно, связано с близостью температуры синтеза к температуре инконгруэнтного плавления соединений  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$  ( $960^\circ\text{C}$ ) и  $\text{BiFeO}_3$  ( $930^\circ\text{C}$ ).

**ПОЛУЧЕНИЕ НА АНОДИРОВАННЫХ СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ  $Al_2O_3$ /ХИТОЗАН/ $TiO_2$** 

Одним из наиболее широко применяемых в промышленности способов антикоррозионной защиты сплавов алюминия является анодирование. Анодирование – это электрохимический процесс наращивания на поверхности металла анодно-оксидного покрытия (АОП) с целью повышения его коррозионной устойчивости. При анодировании сплавов алюминия происходит наращивание оксидной пленки  $Al_2O_3$ , структура которой определяется параметрами процесса.

Целью данной работы является исследование морфологии, структуры и коррозионных свойств модифицированных на анодированной алюминиевой матрице композиционных покрытий  $Al_2O_3$ /хитозан/ $TiO_2$

Для получения АОП предварительно подготовленные образцы алюминия анодировали в 20%  $H_2SO_4$  с поддержанием постоянной температуры  $22 \pm 1$  °С при плотности тока 2 А/дм<sup>2</sup>. Время анодирования – 60 мин. Материал катодов – свинец. Для электрохимического получения хитозановой матрицы анодированные образцы алюминия опускали в раствор, содержащий хитозан в количестве 4 г/л (рН=5.5), и катодно осаждали покрытие при напряжении 10 В в течение 5 мин (температура  $\approx 22$  °С). Материал анодов – сталь. Для уплотнения модифицированных хитозаном АОП образцы методом горизонтального погружения опускали в электролит уплотнения на основе  $TiO_2$  (1.0–10.0 г/дм<sup>3</sup>) при комнатной температуре ( $\approx 22$  °С). Время уплотнения – 5 минут. После уплотнения образцы сушили с помощью термовоздуходувки до полного высыхания.

Поверхность анодированных образцов до их наполнения имела характерный для электрохимически сформированных оксидных пленок матовый окрас. Наполнение оксидом титана модифицированных хитозаном АОП приводит к формированию покрытий светло-желтого цвета с характерной пористой структурой. При этом увеличение содержания в растворе уплотнения оксида титана (IV) приводит к росту пористости полученных структур.

Анализ микрофотографий АОП показал, что структура образцов является достаточно неоднородной. В ячеистом слое хитозановых ячеек наблюдается большое количество дефектов и неровностей, что свидетельствует о том, что осаждение оксида титана происходит неравномерно по поверхности.

Защитные свойства полученных на анодированном сплаве алюминия АД31 модифицированных оксидом титана полимерных пленок на основе хитозана изучали в растворе 3% хлорида натрия методом импедансной спектроскопии.

Установлено, что для всех исследуемых образцов на спектрах импеданса отсутствует индукционная область, что свидетельствует о высокой устойчивости полученных покрытий в хлоридсодержащих средах. Также для всех образцов АОП на спектрах можно выделить две временные константы. Первая константа в области высоких и средних частот представляет собой полуокружность, что характерно для электрохимических процессов с лимитирующей стадией переноса заряда. Наибольший диаметр окружности на диаграмме Найквиста, а, следовательно, наибольшая коррозионная устойчивость наблюдается для АОП, уплотненных в растворе с содержанием оксида титана в количествах 10 г/дм<sup>3</sup>.

Сравнение значений сопротивления пористого слоя АОП ( $R_l$ ) показало, что с увеличением концентрации оксида титана в растворе уплотнения наблюдается увеличение сопротивления пористого слоя от 22333 до 45923 Ом·см<sup>2</sup> для концентрации  $TiO_2$  от 0 до 10 г/дм<sup>3</sup> соответственно; защитный эффект составляет 57.3 %.

Таким образом, формирование на анодированных сплавах алюминия АД31 композиционных структур  $Al_2O_3$ /хитозан/ $TiO_2$  позволяет существенно улучшить антикоррозионные свойства покрытий.

**МОДИФИКАЦИЯ ПЕРМАНГАНАТОМ КАЛИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА АНОДИРОВАННОМ СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ АД31**

Благодаря повышенной механической износостойкости, хорошей формуемости и свариваемости сплавы алюминия широко применяются в авиационной, машиностроительной и металлургической отраслях промышленности. Однако по сравнению с чистым алюминием его сплавы характеризуются пониженной коррозионной устойчивостью, что обусловлено их гетерогенной структурой. Следовательно, исследования, направленные на повышение защитных свойств сплавов алюминия, являются актуальными.

Цель данной работы – изучение влияния условий формирования на алюминиевой матрице модифицированных перманганатом калия и хитозаном анодно-оксидных покрытий (АОП) на их состав, структуру и коррозионную устойчивость.

Для получения АОП предварительно подготовленные образцы алюминия анодировали в 20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при плотности тока 2 А/дм<sup>2</sup> и температуре  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ . Время анодирования – 60 мин. Материал катодов – свинец. Для электрохимического получения хитозановой матрицы анодированные образцы алюминия помещали в раствор, содержащий 4 г/л хитозана (рН=5.5), и катодно осаждали покрытие при напряжении 10 В в течение 5 мин (температура  $\approx 22^\circ\text{C}$ ). Материал анодов – сталь. Для уплотнения модифицированных хитозаном АОП образцы методом горизонтального погружения опускали в электролит уплотнения на основе  $\text{KMnO}_4$  (0.5–10.0 г/дм<sup>3</sup>) при комнатной температуре ( $\approx 22^\circ\text{C}$ ). Время уплотнения – 5 минут. После уплотнения образцы сушили с помощью термовоздуходувки до полного высыхания.

Методами сканирующей электронной (СЭМ) микроскопии установлено, что электрохимическое осаждение хитозана на поверхности АОП приводит к увеличению содержания углерода в покрытии от 4.99 до 45.28 масс.%. Значительное содержание серы (до 15.00 масс.%) в структуре покрытия объясняется использованием для анодирования алюминия сернокислого электролита. Последующая модификация в растворах, содержащих  $\text{KMnO}_4$ , приводит к формированию марганецсодержащих полимерных покрытий. Увеличение концентрации модифицирующего компонента в растворе от 0.5 до 10.0 г/дм<sup>3</sup> приводит к увеличению содержания марганца в структуре покрытия от 0.98 до 1.45 масс.%.

Защитные свойства полученных на анодированном сплаве алюминия АД31 модифицированных перманганатом калия полимерных пленок на основе хитозана изучали с использованием метода снятия поляризационных кривых в растворе 3% хлорида натрия.

Анализ полученных данных показал, что для модифицированных в растворе хитозана образцов значение плотности тока коррозии составляет  $i_{\text{корр}} = 7.65 \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>. Последующее уплотнение в растворе перманганата калия приводит к снижению токов коррозии до  $i_{\text{корр}} = 9.73 \cdot 10^{-7}$  А/см<sup>2</sup>. Это указывает на тот факт, что образующиеся в процессе уплотнения на стенках хитозановых ячеек марганецсодержащие хитозано-гидроксидно-оксидные покрытия  $\text{Al}(\text{OH})_x\text{--Mn}(\text{OH})_x$  обеспечивают лучшую герметизацию пористого слоя оксида алюминия, а, следовательно, обладают большой устойчивостью к воздействию окружающей среды.

Для достижения большей коррозионной устойчивости увеличивали концентрацию основного компонента в растворе уплотнения. Установлено, что минимальное значение плотности тока ( $i_{\text{корр}} = 1.87 \cdot 10^{-7}$  А/см<sup>2</sup>), а, следовательно, наибольшую коррозионную устойчивость показали покрытия, полученные в растворе уплотнения, содержащем 5 г/дм<sup>3</sup> перманганат-ионов. Увеличение концентрации  $\text{KMnO}_4$  в растворе уплотнения до 10 г/дм<sup>3</sup> приводит к незначительному снижению  $i_{\text{корр}}$  сформированных покрытий, что, согласно данным СЭМ, связано с разрывами и деформацией ячеистого слоя хитозана.

Таким образом, модифицирование хитозаном и перманганатом калия позволяет получать на анодированном сплаве алюминия АД31 полимерные пленки с улучшенными антикоррозионными свойствами.

### ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ Cu-Sn-TiO<sub>2</sub>

Для электрохимического нанесения сплавов Cu–Sn наиболее доступными и простыми в приготовлении являются сернокислые электролиты. Соосаждение меди и олова в данных электролитах может протекать при потенциалах, положительнее равновесного потенциала системы Sn<sup>2+</sup>/Sn (–0,14 В), что обусловлено эффектом допотенциального осаждения (UPD) олова. На основе сплавов Cu–Sn электрохимически были получены композиционные покрытия Cu–Sn–SiC, Cu–Sn–графит–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и Cu–Sn–TiO<sub>2</sub>, обладающие улучшенными трибологическими и физико-механическими свойствами. Диоксид титана(IV) широко используется в качестве упрочняющей фазы при осаждении композиционных покрытий, благодаря своим физико-механическим и фотокаталитическим свойствам, а также химической стойкости в агрессивных средах [1].

В настоящей работе исследовали влияние концентрации наночастиц TiO<sub>2</sub> в электролите на физико-механические и декоративные свойства формируемых покрытий.

В качестве базового, использовался электролит следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O — 40, SnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O — 40, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 100, тиомочевина — 0,01. Содержание наночастиц TiO<sub>2</sub> в электролите варьировали в диапазоне концентраций от 1 до 10 г/дм<sup>3</sup>.

В таблице представлены результаты измерения блеска и микротвердости полученных покрытий. Из электролита, не содержащего частиц TiO<sub>2</sub>, формируются полублестящие покрытия с блеском 43,4%. Введение в состав электролита дисперсной фазы приводит к существенному уменьшению блеска формируемых покрытий. Блеск покрытий Ti-1–Ti-10 уменьшается от 30,1 до 18,7%. Ухудшение отражательной способности покрытий по мере увеличения содержания TiO<sub>2</sub> обусловлено более неоднородной морфологией поверхности формируемых покрытий.

Микротвердость покрытий Ti-0 составила 269,6 НВ. Модификация покрытий частицами TiO<sub>2</sub> приводит к увеличению их микротвердости. Наиболее высокими значениями микротвердости обладали покрытия Ti-5, что вероятно обусловлено наибольшим содержанием TiO<sub>2</sub> в их составе.

Таблица – Блеск и микротвердость покрытий

Концентрация TiO <sub>2</sub> , г/дм <sup>3</sup>	Покрытие	Блеск, %	Микротвердость, НВ
0	Ti-0	43,7 ± 3,3	269,6 ± 15,1
1	Ti-1	30,1 ± 4,1	302,6 ± 19,6
5	Ti-5	26,5 ± 4,2	320,4 ± 15,6
10	Ti-10	18,7 ± 2,1	316,4 ± 22,6

Таким образом, инкорпорированные в матрицу сплава частицы TiO<sub>2</sub> препятствуют движению дислокаций в структуре покрытия, что приводит к возрастанию их микротвердости, что может увеличить его срок эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Касач, А. А. Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические и трибологические свойства электрохимических покрытий Cu–Sn–TiO<sub>2</sub> / А. А. Касач, Д. С. Харитонов, А. Wrzesińska, I. Bobowska, А. А. Предко, В. И. Романовский, И. М. Жарский, И. И. Курило // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2020. – Т. 56. – №. 2. – С. 208–214.



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ «БАРЬЕР-ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЙ»  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Среди различных теплоизоляционных материалов, получаемых по безобжиговой технологии, особое место занимают поризованные гипсовые материалы. Попытки поризации гипсовых материалов издавна привлекали ученых и производителей строительных материалов из-за доступности вяжущего, его технологичности, экологической чистоты, низких энергозатрат при производстве и целого ряда других положительных качеств [1].

Для получения пеногипсовых материалов используют, как правило синтетические поверхностно-активные вещества различной природы. Однако представляет интерес исследование возможности получения поризованных гипсовых материалов с использованием пенообразователя для пожаротушения «Барьер-пенообразующий» с истекшим сроком годности, который подлежит утилизации. Указанный пенообразователь представляет собой водный раствор поверхностно-активных веществ и используется для получения воздушно-механической пены при тушении пожаров отдельных видов горючих жидкостей. Согласно данным Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций, ежегодно в Республике Беларусь образуется порядка 70–100 т пенообразователей, у которых показатели качества не соответствуют требованиям ТНПА в области обеспечения пожарной безопасности. Приведенные ранее исследования показали, что неустаревшие в течение установленного срока годности указанные пенообразователи для тушения пожаров, сохраняют вполне приемлемые пенообразующие свойства и могут применяться для получения теплоизоляционных материалов [2].

Образцы пеногипсовых материалов получали по технологии сухой минерализации пены. Для этого готовили пену необходимой кратности, путем тщательного смешения пенообразователя с водой с помощью лабораторной мешалки. Соотношение «вода : пенообразователь» варьировали в пределах (4–5):(1–2). Затем добавляли гипсовое вяжущее марки Г5 при непрерывном тщательном перемешивании. Гипсовое вяжущее, попадая в жидкую фазу, переводит пену из жидкой в вязкотекучую пеномассу. Длительность этого процесса составляет 1–2 минуты. Готовая пеномасса заливалась в специальные формы, где и происходило ее схватывание. Затем образцы подвергали сушке на воздухе, а после – в сушильном шкафу при температуре  $80 \pm 10^\circ\text{C}$ .

Полученные образцы пеногипсовых материалов характеризовались следующими физико-техническими характеристиками: открытая пористость 67,1–82,2%; кажущаяся плотность 358–513 кг/м<sup>3</sup>; механическая прочность при сжатии 1,5–2,8 МПа.

На основании проведенных исследований установлено, что оптимальны является состав в котором соотношение «пенообразователь : вода» составляет 2 : 5, поскольку образцы, полученные на его основе, имеют оптимальные показатели открытой пористости (80,3 %) и механической прочности при сжатии (1,7 МПа).

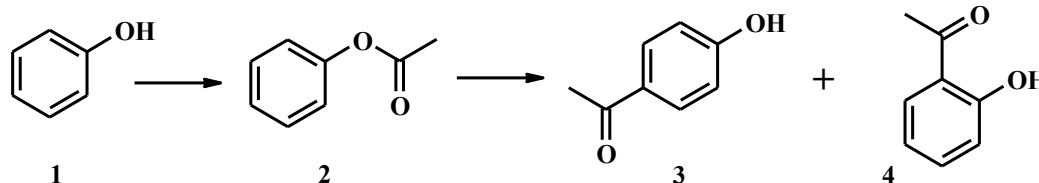
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика / Н.П.Сажнев [и др.]. – Минск: Стринко, 2010. – 464 с.
2. Теплоизоляционные керамические материалы на основе белорусского каолинового сырья и утилизируемого пенообразователя / Е.М. Дятлова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – Минск: БГТУ, 2017. – № 1. – С. 75–80.

## МЕТОДЫ АЦИЛИРОВАНИЯ ФЕНОЛА. СИНТЕЗ 4-ГИДРОКСИАЦЕТОФЕНОНА

Замещенные гидроксиацетофеноны являются ценными полупродуктами в синтезе лекарственных соединений, красителей, средств защиты растений, жидкокристаллических материалов и многих других классов технически значимых веществ.

Нашей исследовательской группой на протяжении ряда лет проводятся исследования по синтезу новых фторсодержащих микобактерицидов ряда 2-изоксазолинов и изоксазолов. При осуществлении одного из этапов работы нам понадобились замещенные гидроксиацетофеноны. Целью данной работы является отработка удобной методики синтеза веществ данного ряда на примере 4-гидроксиацетофенона, а также наработка больших количеств этого вещества для получения целевых фторсодержащих микобактерицидов.



Наиболее общим методом синтеза гидроксиацетофенонов является ацилирование фенолов с использованием перегруппировки Фриса [1-5]. При этом вначале из фенолов **1** получают соответствующие сложные эфиры **2**, которые далее подвергаются перегруппировке в присутствии кислот Льюиса. Как правило, перегруппировка Фриса требует более высоких температур, по сравнению с ацилированием ароматических соединений в условиях реакции Фриделя-Крафтса. В качестве катализатора чаще всего применяют безводный хлорид алюминия. При этом его следует брать в количествах эквивалентных количеству сложного эфира. Также можно использовать трифторид бора, трифторид висмута. В качестве катализатора могут выступать безводный фторид водорода, метансульфокислота и *n*-толуолсульфокислота. В качестве растворителя предлагалось использовать нитробензол, сероуглерод, петролейный эфир, хлорбензол. Также предлагалось осуществлять превращение без растворителя. Соотношение изомерных 4- и 2-гидроксиацетофенонов **3** и **4**, как правило, зависит от температуры реакции. При этом более высокие температуры способствуют перегруппировке в *o*-положение.

Нами исходя из фенола **1** взаимодействием с ацетилхлоридом в присутствии пиридина синтезирован фенилацетат **2**. Далее это соединение подвергли перегруппировке Фриса в присутствии хлорида алюминия в среде метиленхлорида. В результате удалось получить 4- и 2-гидроксиацетофеноны **3** и **4**.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. - М.: Химия, 1968. - С. 862-863.
2. Вейганд К. Методы эксперимента в органической химии. Часть 2. Методы синтеза. М.: Изд-во иностранной литературы, 1952. - С. 547-551.
3. Синтезы органических препаратов. Сборник 2. Пер. с англ. А.Ф. Платэ, под ред. Б. А. Казанского. - М.: Гос. изд-во иностр. лит., 1949. - С. 426-428.
4. Синтезы органических препаратов. Сборник 3. Пер. с англ. А.Ф. Платэ, под ред. Б. А. Казанского. - М.: Гос. изд-во иностр. лит., 1952. - С. 524-527.
5. Методы получения химических реактивов и препаратов: сборник / Государственный комитет химической промышленности при Госплане СССР; ред. Р. П. Ластовский. - М. : ИРЕА. Вып. 10. - 1964. С. 86-88.

Научное издание

**НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ**

**XIV СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА  
ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

приурочена к 90-летию основания  
Белорусского государственного  
технологического университета

30 ноября – 4 декабря 2020 г.

Тезисы докладов

В авторской редакции  
Компьютерная верстка *О. В. Стасевич*

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатной продукции  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.