

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



***НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ***

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

**Тезисы докладов**

**30 ноября – 1 декабря 2022 года**

Минск 2022

УДК 001:005.745(06)

**Наука – шаг в будущее** : тез. докл. XVI студенческой науч.-практ. конф. факультета технологии органических веществ, Минск, 30 ноября – 1 декабря 2022 г. – Минск : БГТУ, факультет ТОВ, 2022. – 87 с. – ISBN 978-985-897-052-9.

Сборник составлен по материалам докладов XVI студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, проведенной 30 ноября–1 декабря 2022 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 978-985-897-052-9**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2022

## 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.

**Любимов А.Г.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Технология полимерных композиционных материалов», доц., канд. техн. наук.

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

**Николайчик И.В.** – руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Химия и технология переработки растительного сырья» кафедры химической переработки древесины, ст. преподаватель, 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.

**Пешевич Д.О.** – студент, секретарь конференции.

## СОДЕРЖАНИЕ

Потапчик А.А., Косс В.А. РАДИАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛЕСНОГО ФОНДА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	7
Мазенкова И.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС БАСЕЙНА РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.....	8
Сороко М.А., Шеремет В.А. АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБОТКИ .....	9
Корнатовский Д.В., Кузнецов Е.А. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО РАДИАЦИОННОГО РИСКА.....	10
Смелковская В.А., Тухта Я.В. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА НА ОТДЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ МЕСТАХ СТОЛБЦОВСКОГО ЛЕСХОЗА.....	11
Головкина А.П., Кляшторная С.В. ОПАСНОСТЬ ЗАХОРОНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНАХ И ПУТИ ИХ ЛИКВИДАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	12
Глушкова М.Е., Каленик А.С. АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЦИИ С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА.....	13
Борозда А.С., Рудьман Е.Э., Кулинкович Д.А. МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ ПРИ ЧС» .....	14
Савчик А.В., Припутневич Т.М. АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ, ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНОСТИ НА ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВДАК.....	15
Хлыстов Г.Г., Булавский К.С. СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ДЛЯ КАФЕДРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
Лосовская З.Н., Полонникова П.Ю. АНАЛИЗ ОХРАНЫ ТРУДА НА МОЗЫРСКОМ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ.....	17
Дуброва М.В., Глинский М.А. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА.....	18
Колешко В.Н., Евсевичкая Т.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНОГО ЛИГНИНА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ РЕЗОЛЬНОГО ТИПА.....	19
Турчин А.С., Мамметниязов И.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	20
Гришан К.С., Билида М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГРУППОВОЙ СОСТАВ ВАКУУМНОГО ДИСТИЛЛЯТА.....	21
Драч А.А., Бурый С.А. ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ БЕНЗИНА.....	22
Рудь Д.А., Гасюк Д.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОЛЕКУЛЯРНУЮ МАССУ ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ.....	23
Акимов А.В., Лыков С.В. ВЛИЯНИЕ МОЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИД : ФЕНОЛ ПРИ СИНТЕЗЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ ЛИГНИНОМ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ РЕЗОЛЬНОГО ТИПА НА ЕЕ СВОЙСТВА.....	24
Богданович И.А., Литвинская Д.В., Воронович М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ И ЭЛАСТИЧНОСТИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ.....	25
Венско А.А., Матету Д.М. ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ СТИРОЛ-БУТАДИЕН-СТИРОЛ-МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМОВ.....	26
Литошук Ю.А., Патук М.В. СИНТЕЗ И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ СВОЙСТВА 2 – (11 – ГИДРОКСИГЕПТАДЕЦИЛ) – 2 – ИМИДАЗОЛИНА.....	27
Макуценья Д.И. РАЗРАБОТКА СИНТЕЗА ЗАМЕЩЁННЫХ 4,5-ДИГИДРОИНДАЗОЛОВ.....	28
Царенко М.Н., Ильчук И.Н. СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-АМИНОПИРИМИДИНА.....	29
Бурбовский Т.А., Ропот В.И. СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ ОКСИМОВ 3-АРИЛ-6-АЛЛИЛ-ЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ.....	30
Криницкий Д.Р. Изучение РЕАКЦИИ [4+2]-ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ 3-(4-МЕТОКСИСТИРИЛ)-6-АЛКИЛЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ С ДИЕНОФИЛАМИ.....	31
Сидоренко А.В. НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ.....	32
Давыдик Т.Н., Нагорский Т.Ю. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ С ПОНИЖЕННОЙ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ.....	33
Халимонюк Т.В., Васильковская С.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РАВНОВЕСНОЙ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПЕЛЛЕТ И СПОСОБА ЕЕ СНИЖЕНИЯ.....	34
Хвин Д.С. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИРОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ ЛЬНЯНОГО МАСЛА ПРИРОДНЫМИ ДОБАВКАМИ.....	35
Кислякова А.А. ФОТООКИСЛЕНИЕ САЛАТНЫХ СОУСОВ НА ОСНОВЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА ПРИ ХРАНЕНИИ.....	36
Тарайковский М.А., Коваль К.С. КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ НОВОГО ТИПА.....	37
Шибицкий И.В., Климович А.Ю. ОЧИСТКА НЕОРГАНОЗОЛЕЙ МЕТОДОМ ДИАЛИЗА.....	38

Морозов М.В., Филотчик А.Н. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ДЕФИЦИТНЫХ ПО КАТИОНАМ ФАЗ NdBa(Fe,Co,Cu)2O5+ $\delta$ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТОТЭ.....	39
Нечай Ю.А., Гайда У.Ю. КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ТУИ ЗОЛОТИСТОЙ.....	40
Осипенко М.А. ДЕГРАДАЦИЯ СПЛАВА МАГНИЯ AZ31 В РАСТВОРЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРМАНГАНАТ-ИОНОВ.....	41
Поспелов А.В., Куницкая В.И., Касач А.А. ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИЛАКТИДНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЛЕГИРОВАННОМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СПЛАВЕ МАГНИЯ.....	42
Липский Е.Ю., Маслаков А.А. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ TiO <sub>2</sub> И g-C <sub>3</sub> N <sub>4</sub> МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	43
Куницкая В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТАЛЬ 3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРИМОГО ИНГИБИТОРА – СМЕСИ ФОСФАТА НАТРИЯ И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....	44
Липпинг Я.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТАЛЬ 3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРИМОГО ИНГИБИТОРА – ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....	45
Дорошук Д.С. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ АЗОЛОВ И ПОЛУПРОДУКТОВ ИХ СИНТЕЗА.....	46
Протасеня Л.Н., Чумак Д.Д., Василевич М.С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕТАЛАИНОВ В СВЕКЛЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ СОРТОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ, РАЙОНИРОВАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	47
Синило А.А., Клыпутенко М.А. ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЯБЛОК.....	48
Деменкова М.Д. ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ.....	49
Смирнова С.С. ОЦЕНКА ЛИНЕЙНОСТИ ГРАДУИРОВОЧНОГО ГРАФИКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУТАМАТА НАТРИЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	50
Сакович А.В. СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА PINUS SILVESTRIS L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ОАО «МИНСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД» .....	51
Будковская Д.А. СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ PICEA ABIES L. KARST, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ПРЕДПРИЯТИЮ ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	52
Рустамалиев К.Р. МЕТОД ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ МОЛОКА.....	53
Супранович Е.В. КОНТРОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ДЛЯ РАСТЕНИЙ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДА.....	54
Клыпутенко М.А., Синило А.А. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В МЯТЕ ПЕРЕЧНОЙ.....	55
Санько А.Г. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ПОТОЖИРОВЫХ СЛЕДОВ ЧЕЛОВЕКА С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ.....	56
Сыс Т.А. Анализ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ДИОКСИДА ТИТАНА.....	57
Пешевич Д.О. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ОКСИДА МАГНИЯ В СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	58
Федарович Е.Г. ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....	59
Ковалева А.А., Кулевец П.С. ФЛОТАЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ ПЛА/ПЭТФ.....	60
Дегис Е.В., Климович А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В ЭКСТРАКТЕ ЦВЕТКОВ РОМАШКИ РИМСКОЙ.....	61
Койко Ф.В. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ НАПЕРСТЯНКИ ПУРПУРНОЙ.....	62
Рудович М.И., Саченко А.Б. МЕЖФАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ПЛАЗМИДНОЙ ДНК В СИСТЕМЕ ВОДА-ФЕНОЛ-ХЛОРОФОРМ.....	63
Боженкова Е.Ю. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНКУБИРОВАНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ.....	64
Насенникова Е.Е. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЛОНГИРОВАННОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ПЕНТОКСИФИЛЛИНА....	65
Ковалёва В.В. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДРОЖЖЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ.....	66
Конончук В.Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО ОЗОНА В КАЧЕСТВЕ БЕЗОПАСНОГО ПРОТИВОГРИБКОВОГО СРЕДСТВА.....	67
Ермакова О.С., Козлова Ю.С., Учкуронис Д.В. ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЧИТКА БОЛЬШОГО.....	68
Кругликова Н.А. РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ, ОБОГАЩЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ.....	69
Кукаро Е.А. РАЗРАБОТКА ФИТОЧАЕВ С УЧЕТОМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ РАСТЕНИЙ.....	70

Мамиргова М.М. ИСТОЧНИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕЛАНИНОВ.....	71
Мошкова А.О., Косило А.Ю. АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ.....	72
Шевчук В.А., Бобр С.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗВЕРОБОЕ ПРОДЫРЯВЛЕННОМ.....	73
Наумович А.И., Захаркевич А.А. ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦВЕТКОВ БЕССМЕРТНИКА ПЕСЧАНОГО И ТРАВЫ ЗВЕРОБОЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКСТАН.....	74
Снежко П.Д., Бобр С.Л. ВЫДЕЛЕНИЕ И УСТАНОВЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ БАКТЕРИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ С МЫТОЙ КОРКОЙ.....	75
Ульянов С.В. МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ БИОЦИДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМ ГРИБАМ.....	76
Никитенко В.Ю., Семенова Д.И. ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА С ЗОЛОЙ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ.....	77
Богданович Д.А., Жолнеркевич В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	78
Коломейчук З.В. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ УФ-ОТВЕРЖДАЕМЫХ ЛАКОВ.....	79
Казусик Я.П. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ.....	80
Коробова А.В., Припутневич Т.М., Савчик А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛА БЕЛОРУССКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	81
Путрик Я.В., Гурский В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ НА СВОЙСТВА АЛКИДНО-СТИРОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	82
Курашова М.П., Азарова М.С., Воробьева А.С. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ В АЛКИДНЫХ ПОКРЫТИЯХ.....	83
Асташкевич Е.В. ВЛИЯНИЕ НАНООКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА ПЭТ.....	84
Калейник А.С. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СТАРЕНИЕ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА.....	85
Лебединская Л.К. РАЗРАБОТКА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ АМБРОКСОЛА ГИДРОХЛОРИДА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ.....	86

**РАДИАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛЕСНОГО ФОНДА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Гродненская область располагается в пределах Белорусской возвышенной в бассейне реки Неман. Лесистость области самая низкая в республике и составляет 33,9 %.

На территории Беларуси службы радиационного контроля проводят: радиационный мониторинг земель лесного фонда, осуществляют радиационный контроль лесной продукции, контроль за соблюдением требований радиационной безопасности при проведении работ в лесу и на объектах лесного хозяйства, контроль доз облучения работников лесного хозяйства, повышение информированности населения и потребителей продукции о радиационной обстановке в лесах.

Радиационное обследование земель лесного фонда необходимо для определения площади лесов, относящихся к зоне радиоактивного загрязнения - территории с плотностью загрязнения почв цезием-137 1 Ки/км<sup>2</sup> и более. Гродненское государственное производственное лесохозяйственное объединение (ГПЛХО) включает в себя всего 11 лесхозов, 3 из которых находятся в зонах радиоактивного загрязнения, что составляет 27,3 % от всех ГПЛХО. В число данных 3 лесхозов входит Ивьевский лесхоз с общей площадью 89 тыс. га, площадь радиоактивного загрязнения равна 8,4 тыс. га (8,21 тыс. га с плотностью загрязнения от 1 до 2 Ки/км<sup>2</sup> и 0,15 тыс. га с плотностью от 2 до 5 Ки/км<sup>2</sup>), Новогрудский лесхоз с общей площадью 100,3 тыс. га, площадь радиоактивного загрязнения – 3,8 тыс. га (3,21 тыс. га с плотностью загрязнения от 1 до 2 Ки/км<sup>2</sup> и 0,61 тыс. га с плотностью от 2 до 5 Ки/км<sup>2</sup>) и Дятловский лесхоз с общей площадью 85 тыс. га – 0,66 тыс. га загрязненных земель (0,55 тыс. га с плотностью загрязнения от 1 до 2 Ки/км<sup>2</sup> и 0,04 тыс. га с плотностью от 2 до 5 Ки/км<sup>2</sup>) [1].

В Республике Беларусь создана и эффективно действует система радиационного контроля пищевой и другой продукции леса, производимых на загрязненной радионуклидами территории. Объем и периодичность контроля должны гарантировать безусловное исключение возможности реализации продукции с уровнем содержания радионуклидов, превышающим допустимый. Контролю подлежит: древесина, продукция из древесины, в том числе топливо древесное и прочая непищевая продукция лесного хозяйства, сельскохозяйственное сырье и корма, пищевые продукты, лекарственно-техническое сырье [2].

В целях обеспечения радиационной безопасности осуществляется информирование населения о радиационной обстановке в лесах, радиоактивном загрязнении лесной продукции, правилах лесопользования посредством установки предупреждающих и запрещающих знаков, плакатов, информационных стендов, а также через средства массовой информации, в том числе в электронном формате, например, на сайтах лесхозов в разделе «Радиационный контроль».

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Радиоактивное загрязнение лесного фонда и прогноз изменения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bellesozaschita.by/radiacionnyj-kontrol/radioaktivnoe-zagrjaznenie-lesnogo-fonda/>. – Дата доступа: 25.10.2022.
2. Правила контроля радиоактивного загрязнения в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://chausyleshoz.by/images/docs/pravila\\_rk.pdf](https://chausyleshoz.by/images/docs/pravila_rk.pdf). – Дата доступа: 01.11.2022.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС БАСЕЙНА РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА ПО  
ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Бассейн Западной Двины занимает почти всю Витебскую область, северную часть Минской (Крупский и Мядельский районы), 15 % территории Смоленской и 9 % Псковской области. Ежегодно оценку экологического состояния трансграничных водных объектов бассейна реки Западная Двина проводят на совместном заседании рабочей группы специалистов России и Беларуси с обсуждением вопросов по их охране и рациональному использованию. На территории бассейна реки Западная Двина формируется 12 тыс. больших и малых рек, расположены 18 трансграничных озер и 10 трансграничных водотоков, сток которых поступает на территорию Витебской области. [1].

Оценка качества проводится в сравнении с национальными нормативами качества воды, а также пороговыми значениями и критериями, согласованными сторонами. Данные мониторинга окружающей среды позволяют оценить экологическое состояние поверхностных водных объектов бассейна реки Западная Двина в целом, в том числе по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. Гидрохимические показатели дают возможность определить состояние поверхностного водного объекта по следующим основным группам: физических свойств и газового состава; элементам основного солевого состава; органических вещества; биогенных вещества (соединения азота, фосфора); металлов (железо, медь, цинк, никель, хром, марганец, кадмий, свинец); ртуть, мышьяк [2].

Установлено, по гидрохимическим показателям Западная Двина имеет хороший статус, по гидробиологическим – вода в Западной Двине оценивается как удовлетворительная. На трансграничных водных объектах наблюдается тенденция стабилизации и на некоторых створах – улучшение состояния, например, по сравнению с показателями конца XX столетия содержание в воде нефтепродуктов, тяжелых металлов, значительно уменьшилось и не превышает ПДК. Исключением является содержание железа, марганца, цинка и меди, повышенное их количество зачастую обусловлено высоким природным фоном. Трансграничные участки водотоков бассейна Западной Двины не подвержены значительному загрязнению биогенными веществами, фиксируются незначительные превышения только по содержанию фосфат-иона в отобранных пробах, по другим биогенным веществам (аммоний-ион, нитрит-ион, фосфор общий) значений, превышающих нормативов качества воды, не отмечалось.

Длительные наблюдения (с 2014 г.) свидетельствуют, что устойчивых тенденций в отношении изменения качества вод под влиянием экологически опасных объектов – 13 свиноводческих комплексов, расположенных на территории Псковской области, также не отмечается. В целом экологический статус поверхностных водных объектов бассейна реки Западная Двина оценивается как достаточно благополучный, качество вод основных рек остается стабильным на протяжении последних лет.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Белорусские и российские экологи продолжают исследовать состояние трансграничных водных объектов бассейна Западной Двины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vitvesti.by/economy/belorussskie-i-rossiiskie-ekologi-prodolzhaiut-issledovat-sostoianie-transgranichnykh-vodnykh-obektov-basseina-zapadnoi-dviny.html> . – Дата доступа: 12.10.2022.
2. Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/2%20SURFASE%20WATER%20Monitoring%202021.pdf>. – Дата доступа: 10.10.2022.



**АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ  
НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБОТКИ**

В настоящее время в Беларуси действует стандарт СТБ ISO45001-2020. На его основе строится система управления охраной труда (СУОТ) в любой организации [1].

В целях снижения производственного травматизма в соответствии со статьей 13 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» работодатель обязан обеспечить идентификацию опасностей, оценить профессиональные риски, подготовить и реализовать мероприятия по снижению рисков с проведением анализа их эффективности. В настоящее время около 90 % организаций Республики Беларусь для оценки профессиональных рисков в ходе разработки СУОТ в основном используют метод оценки рисков ( $R$ ) по вероятности их возникновения ( $P$ ) и серьезности последствий ( $S$ ):  $R = P \cdot S$ . Оценку рисков по этой методике в организациях проводит, как правило, сам наниматель, часто – с привлечением независимых экспертов. Итоги этой работы во многом зависят от квалификации и опыта эксперта, что говорит об их недостоверности и необъективности.

Используется и метод оценки рисков на основе системы Элмери, где определяется индекс безопасности, который равен отношению:  $\frac{\text{«пункты хорошо»}}{\text{пункты «хорошо»} + \text{пункты «плохо»}} 100\%$ .

Например, соотношение 60 % показывает, что 60 пунктов из 100 соответствуют предъявляемым требованиям. Основным недостатком системы Элмери является то, что все факторы, влияющие на безопасность труда, принимаются равнозначными без учета их весомости (например, отсутствие ограждений на при работе на высоте и недостаточная ширина проходов между столами в бухгалтерии и др.).

**Оценка профессионального риска травматизма.** В нашей республике по состоянию на 01.01.2022 г. численность работающих, занятых в экономике, составляет 4 428,5 тыс. чел [2]. В Беларуси в 2021 г. на производстве произошло 1886 несчастных случаев, тогда профессиональный риск травматизма равен:

$$R = n / N = 1886 / 4\,428\,500 = 4,3 \times 10^{-4}.$$

Проведем оценку профессионального риска здоровья работающих на примере предприятий деревообработки на ОАО «Ивацевичдрев» и ОАО «Борисовдрев». На начало 2022 г. численность работающих составляла соответственно: на ОАО «Ивацевичдрев» 1301 чел. и за 2021 г. на нем произошло два несчастных случая, а на ОАО «Борисовдрев» – 800 чел. и 1 несчастный случай. Тогда профессиональный риск травматизма составит на ОАО «Ивацевичдрев»:

$$R = n / N = 2 / 1301 = 1,5 \cdot 10^{-3},$$

а на ОАО «Борисовдрев»:  $R = n / N = 1 / 800 = 1,2 \cdot 10^{-3}$ .

Как видно из расчетов, профессиональный риск травматизма на ОАО «Ивацевичдрев» этот показатель в 3,5 раза выше, а на ОАО «Борисовдрев» в 2,8 раза выше, чем профессиональный риск травматизма по республике, равный  $R = 4,3 \cdot 10^{-4}$ .

Исходя из проведенных примеров можно сделать вывод, что на рассматриваемых деревообрабатывающих предприятиях высокий риск производственного травматизма. Наиболее приемлемым вариантом для оценки профессиональных рисков на рабочих местах является сочетание субъективных (экспертная оценка) и объективных подходов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Семич, В. П. Еще раз к вопросу о профессиональных рисках // Охрана труда. Практикум. – 2010. – № 9. – С. 3–15.
2. Статистический ежегодник Республики Беларусь / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2022. – 374 с.

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО РАДИАЦИОННОГО РИСКА

Более 36 лет Республика Беларусь живет в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды, вызванного аварией на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). В зонах радиоактивного загрязнения сложилась сложная радиационно-экологическая ситуация, когда среда обитания человека оказалась насыщенной радиоактивными источниками.

Индивидуальная допустимая доза от техногенных источников, которую человек может получить за весь период жизни в соответствии с Гигиеническим нормативом ГН от 28.12.2012 г. № 213 составляет 70 мЗв или 1 мЗв/год. Отсюда вытекает задача: исключить необоснованное облучение населения [1]. Основными продуктами, потребляемыми населением являются: молоко и молочные продукты, картофель, мясные продукты, а также ограниченное число овощей и фруктов. К широко потребляемым продуктам в нашей республике относятся и «дары леса» – ягоды, грибы, мясо диких животных, рыба и др. По данным исследований пищевые продукты леса сельским жителям Белорусского Полесья добавляют в организм до 50 % общей активности Cs-137 в рационе питания.

Если у населения в течение года пищевой рацион включает основные четыре составляющие (говядина, молоко, картофель и овощи), то суммарная доза внутреннего облучения составит около 1 мЗв. Суммарная годовая доза внутреннего облучения приобретает значение 1 мЗв/год при 70 %-ном вкладе четырех ее составляющих, это означает, что по этим компонентам пищевого рациона следует уменьшить допустимые уровни загрязнения. Очищение организма человека от радионуклидов, как и от других вредных веществ, идет через почки, печень, желудочно-кишечный тракт. Без применения специальных средств время выведения из организма половины всего Cs-137 у взрослого человека составляет 90–150 дней, у детей – 15–75 дней в зависимости от возраста. Это значит, что человеческий организм практически постоянно будет подвержен воздействию радиации.

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 продуктов питания расчет индивидуальной дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле

$$H_{\text{внутр}} = k \sum_i m_i \cdot A_{m_i}$$

где  $k$  – пересчетный коэффициент, равный  $1,3 \cdot 10^{-8}$  Зв/Бк;  $m_i$  – годовое потребление  $i$ -го продукта питания, кг;  $A_{m_i}$  – удельная активность  $i$ -го продукта, Бк/кг [2].

Оздоровляющий эффект свежих овощей и фруктов. Например, регулярное употребление яблок способствует продлению жизни, а также омоложению организма. Британские ученые из Института исследования пищи пришли к выводу, что обнаруженный в яблоках эпикатехин полифенола омолаживает работу сердца, улучшает циркуляцию крови и повышает уровень защиты иммунной системы.

Поэтому для уменьшения доз внутреннего облучения и разрушающего действия радиации рекомендуется в рационе питания использовать овощи и фрукты содержащие пектиновые вещества и обладающие радиопротекторным воздействием.

### ЛИТЕРАТУРА

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

2. Азовская Н. О., Перетрухин В. В., Чернушевич Г. А. Исследование степени радиоактивного загрязнения пищевой продукции леса и ее вклад в дозовую нагрузку населения // Труды БГТУ. 2018. №2 (210): Серия 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. С. 251–257.

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА НА ОТДЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ МЕСТАХ СТОЛБЦОВСКОГО ЛЕСХОЗА

Повышение производительности технологического оборудования и механизированного инструмента приводит к увеличению интенсивности вибрации, а широкая механизация ручного труда в лесном хозяйстве обуславливает увеличение численности рабочих, подвергающихся вибрационному воздействию. Все это свидетельствует о большом гигиеническом, социальном и экономическом значении проблемы неблагоприятного действия производственной вибрации и об актуальности разработки и внедрения оздоровительных мероприятий на предприятиях лесного комплекса.

Экспериментальные исследования, проведенные нами с использованием шумомера интегрирующего виброметра ШИ-01В. на отдельных рабочих местах Столбцовского лесхоза, позволили установить, что вибрация является одним из основных вредных производственных факторов.

Причиной появления вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. В одних случаях их источниками являются возвратно-поступательные движущиеся системы, в других случаях неуравновешенные вращающиеся массы.

Проведенные исследования показали, что на всех исследованных рабочих местах класс условий труда, согласно методике проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, соответствует вредному.

Наибольшее воздействие локальной вибрации наблюдается у вальщика леса, использующего бензопилу Штиль. Превышение нормативного значения составляет 12 дБ, что соответствует классу 3.4 – вредные условия труда (класс 3, степень 4). Рабочий, использующий бензопилу Хускварна, подвергается меньшему воздействию локальной вибрации. Превышение предельно допустимого уровня здесь составляет немногим более 9 дБ, что соответствует классу условий труда 3.3. Обе марки бензопил отвечают высоким эксплуатационным качествам, а несколько большая величина локальной вибрации у бензопилы Штиль, по нашему мнению, объясняется большим износом вращающихся частей оборудования.

Также значительный уровень вибрации наблюдается в кабине автомобиля марки Урал-375. Здесь величина локальной вибрации на 12 дБ, а общей на 11 дБ больше нормативных значений. Класс условий труда соответственно 3.4 и 3.2 – вредные.

На рабочих местах погрузчика форвардера Амкодор-2662, экскаватора, автомобиля ГАЗ-66 (пожарный), ЗИЛ-130, лесопильной рамы класс условий труда находится в пределах 3.2 – 3.3, что соответствует вредным условиям.

Рабочие, занятые на работах со вредными условиями труда получают доплаты к заработной плате, имеют сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск.

Наниматель, в свою очередь, должен разработать и внедрить мероприятия по оздоровлению условий труда.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда. Утв. постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 10.01.2020, № 3.
2. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека. Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 № 37.

**ОПАСНОСТЬ ЗАХОРОНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНАХ И ПУТИ  
ИХ ЛИКВИДАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Растущее количество отходов и их утилизация стали серьезной проблемой в Беларуси, также как и во всем мире. Найти решение данной проблемы – важный шаг для улучшения экологической обстановки.

Самым распространенным способом утилизации мусора в Беларуси является захоронение отходов на специальных полигонах. Такой метод несет опасность для природы и здоровья людей, и уже не используется в большинстве развитых стран. Однако, он до сих пор преобладает в нашей стране.

Образование полигонов приводит к изъятию больших земельных участков из хозяйственного пользования, к загрязнению подземных вод и почвы, а также к выделению токсинов в атмосферу. Опасным является происходящий между различными компонентами бытовых отходов процесс разложения вследствие чего выделяется токсичный биологический газ, одним из компонентов которого является метан. Также происходит глубинное заражение грунта, отравленный воздух разносится ветром на большие расстояния, а если под свалкой находятся грунтовые воды, то они отравляются ядом. Таким образом, ближайшие водоёмы токсичны и опасны для человека. А грунт непригоден для использования в течение нескольких сотен лет после закрытия свалки [1].

Всего в Беларуси около 160 полигонов и 1200 мини-полигонов. Каждый день на полигон приезжают около 700 машин, за год полигон принимает от 800 тысяч до 1,1 миллиона тонн отходов. По статистическим данным за 2021 год было образовано 62,3 млн тонн отходов, из которых около 45 млн тонн было удалено, и всего 18 млн тонн было использовано вторично [2].

Данная проблема актуальна и для других стран. В настоящее время развитые страны нашли и используют более рациональные методы утилизации отходов. Среди них: разделение вторсырья на большое количество видов, административная ответственность за неправильную сортировку мусора, автоматическая сортировка мусора на заводах, термическая переработка отходов с преобразованием в энергию, компостирование.

Особое место в решении данной проблемы занимает информирование населения. Повышение уровня информированности и осознанности граждан в данном вопросе ускорит решение проблемы правильной сортировки мусора.

На основе анализа методов ликвидации свалок в других странах и с учетом экологических, экономических и социальных особенностей нашей страны, был разработан план по ликвидации дальнейших захоронений бытовых отходов на полигонах: поощрение со стороны государства за отдельный сбор мусора гражданами; агитация и информирование населения, поднятие уровня осознанности; расширение инфраструктуры по переработке отходов; строительство заводов и пунктов для приема, сортировки и переработки мусора; внедрение в пользование экологичных материалов; введение административной ответственности в отношении сортировки мусора.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Мусорные свалки — острая экологическая проблема [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://demontazh.su/novosti/musornyie-svalki---ostraya-ekologicheskaya-problema.html>. Дата доступа: 15.10.2022 г.

2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/0de/dzmc3qoo3hgjaytp9ogmx4nh2h9i2f2d.pdf>. Дата доступа: 05.11.2022 г.

### АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЦИИ С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА

Большинство людей на земле активно используют смартфоны в своей повседневной жизни. Этот прибор имеет достаточно много различных функций, в том числе может выполнять роль «карманного» дозиметра. Дозиметр – это прибор для измерения дозы излучения или связанных с ней величин [1]. Своеобразный детектор радиации находится в камере смартфона и представлен сенсором, который чувствителен к гамма-квантам. Однако, такой дозиметр не обладает высокой чувствительностью, поэтому является работоспособным только в ситуациях с экстремально высоким фоном радиации. К таким ситуациям можно отнести применение ядерного оружия, крупные аварии на атомных станциях. В случае подобных чрезвычайных ситуаций измерять дозу радиации необходимо с помощью настоящего профессионального дозиметра, однако это не всегда возможно. Поэтому смартфон возможно использовать в качестве альтернативы данного прибора, например, при поиске укрытия от радиоактивных выпадений в первые дни после ядерной чрезвычайной ситуации, так как в подобном месте, в отличие от улицы, радиация может быть ослаблена более чем в 500 раз [2]. Современные смартфоны (в частности с металлическим корпусом) выдержат электромагнитные импульсы от ядерного взрыва, поскольку обладают экранировкой – это специальная защита составляющих телефона от внешнего радиочастотного излучения.

Суть работы камеры смартфона в роли дозиметра определяется следующим способом. Гамма-лучи заставляют срабатывать пиксели смартфона, что выводит в специальное приложение шум в виде белых пикселей. При высоких полях радиации количество подобных пикселей увеличивается. В таком случае следует немедленно покинуть текущее место и искать укрытие с меньшими показателями.

Для проверки работы подобного прибора, при помощи специального калькулятора Rad Pro рассчитали радиационный фон Кобальта-60. На расстоянии 17 см между источником радиации и камерой смартфона при заданной активности 80000 Бк мощность дозы должна составлять около 96,97 мкР/ч. Чтобы сравнить полученный результат с работой камеры смартфона, необходимо перед работой заклеить камеру смартфона плотной изоляцией или фольгой. В данном эксперименте используется смартфон iPhone 6s с заранее установленной программой под названием GammaPix. В результате измерения смартфон не дал никаких показателей, поэтому между источником излучения и камерой было установлено расстояние равное 3 см. На расстоянии 3 см между источником радиации и камерой мощность дозы должна составлять около 3115,6 мкР/ч. В ходе работы было произведено 5 измерений при данном расстоянии, средний результат которых вышел равным 1640 мкР/ч. Погрешность оказалась равной около 50%, что является допустимым значением для подобного непрофессионального и непригодного прибора. Однако то, что смартфон стал выдавать значения только от 1000 мкР/ч, приводит к выводу, что в бытовом использовании для количественного измерения радиационного фона применение смартфона не представляется возможным.

В случае тяжелой чрезвычайной ситуации подобного плана, достаточно заклеить или закрыть камеру подручными средствами (рука, фольга, жвачка и т.п.), включить приложение камеры смартфона и наблюдать на черном экране за появлением небольших вспышек. Чем меньше количество вспышек, тем меньше радиационный фон, и тем безопаснее будет находиться в данной зоне.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дозиметры, дозиметрия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pp66.ru/katalog/kontrolya/dozimetry/>. Дата доступа: 29.09.2022 г.
2. Действия населения в зонах радиоактивного загрязнения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://aydarovskoe.ru/administratsiya/go-i-chs/deystviya-naseleniya-v-zonah-radioaktivnogo-zagryazneniya>. Дата доступа: 02.11.2022 г.

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ ПРИ ЧС»**

Основными видами ЧС в Беларуси в 2021 г. были техногенные и природные. На долю техногенных ЧС пришлось 6268 от общего числа ЧС, на долю природных – 7, из них пожаров 6256 [1].

В современном индустриальном мире проблема безопасного существования и успешного развития человечества выходит на первый план. В жизни часто возникают различного рода происшествия и экстремальные ситуации, которые требуют максимального напряжения воли и сил, умения быстро оценивать происшедшее и выбирать наиболее эффективный способ защиты, спасения, выживания. Проанализировав ситуацию, мы пришли к выводу, что в настоящее время становится актуальной проблема инновационного подхода к совершенствованию системы безопасности жизнедеятельности человека, переосмысления важности инвестиций государства в модернизацию системы информирования и помощи людям, попавшим в ЧС.

Для информирования и экстренной помощи людям, было принято решение сделать мобильное приложение. Современное развитие информационно-коммуникационных технологий позволяет создавать программное обеспечение без наличия у человека глубоких знаний в области программирования. Большое количество специальных инструментов и библиотек делают написание мобильных приложений тривиальной задачей, с которой на сегодняшний день может справиться каждый преподаватель. В результате чего в последнее время все большую популярность приобретают образовательные мобильных приложения, для создания которых требуются минимальные знания в области программирования.

В качестве языка программирования применялся C#, интерфейс пользователя представлен в виде мобильного приложения. При его разработки применялся специальный кроссплатформенный фреймворк от компании Microsoft для создания мобильных приложений Maui, позволяющих решать задачи во многих областях [2].

Представим описание функциональных возможностей некоторых компонентов из имеющихся в API:

- справочник первой помощи;
- кнопка экстренной помощи;
- идентификация пользователя.

В ходе работы были проанализированы данные о ЧС за 2021 год. Было выявлено, что в настоящее время актуальна проблема информирования людей о ЧС. После анализа было принято решение разработки приложения, удовлетворяющего основные потребности пользователя.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Сведения о ЧС в РБ [Электронный ресурс]. - <https://mchs.gov.by/ministerstvo/statistika/svedeniya-o-chs/>
2. Документация Maui [Электронный ресурс]. - <https://metanit.com/sharp/maui/1.1.php>
3. Азбука безопасности [Электронный ресурс]. - <https://mchs.gov.by/tsentr-bezopasnosti-mchs/azbuka-bezopasnosti/>
4. Учебное пособие [Электронный документ]. - [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1491748917/Uchebnoe.posobie\\_BZh.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1491748917/Uchebnoe.posobie_BZh.pdf).

**АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ,  
ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНОСТИ НА ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВДАК**

Технологический процесс производства водно-дисперсионной акриловой краски (ВДАК) на предприятии “ZEBRACOLOR” связан с использованием следующего оборудования: автопогрузчики (для доставки сырья и готовой продукции), дозирующие устройства, диссольвер, фильтры, насос, фасовочная машина.

Основным оборудованием проектируемого производства является диссольвер, который представляет собой устройство вертикального перемешивания, применяющийся в целях тщательного смешивания и диспергирования твердых и жидких веществ. Диссольвер оборудован двигателем мощностью 20 кВт. Следовательно, существует потенциальная опасность поражения электрическим током при его переходе на корпус данного оборудования.

С целью исключения случаев поражения электрическим током и защиты работающих от прикосновения к токоведущим частям оборудования нужно установить изоляцию, ограждение, сигнализацию. Также для защиты от поражения электрическим током при переходе тока на конструктивные части электрооборудования необходимо предусмотреть зануление, заземление, защитное отключение.

При получении ВДАК, в качестве растворителя используется вода, которая является экологически чистым и безопасным веществом. Применяют также пигменты, наполнители и разнообразные добавки, в основном, это твердые вещества, которые могут образовывать взвеси и пыли в воздухе рабочей зоны.

В технологическом процессе в качестве сырья и вспомогательных материалов используются следующие вещества: пропиленгликоль, пигмент диоксид титана, наполнитель кальцит, дисперсия стирол-акриловая.

Пропиленгликоль не опасен при случайном приеме внутрь и вдыхании, почти не токсичен, но может вызвать аллергическую реакцию. ПДК 7 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности 3. Длительное и/или многократное воздействие коалесцента NX 795 может вызвать раздражение. Класс опасности 3.

Диоксид титана (ПДК 10 мг/м<sup>3</sup>), кальцит (ПДК 6 мг/м<sup>3</sup>) и тальк (ПДК 4 мг/м<sup>3</sup>) малоопасны. Вдыхание пыли может вызвать раздражение слизистых оболочек и дыхательных путей. При попадании в органы дыхания вызывает кашель. Диоксид титана, кальцит и тальк относятся к 4 классу опасности. Дисперсия стирол-акриловая раздражает кожу, вызывая папулезные и пузырьково-папулезные высыпания. ПДК 30 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности 4. Для борьбы с загрязнением воздуха пылью и защиты организма человека от ее воздействия следует проводить следующие мероприятия: герметизацию диссольвера; улавливание и нейтрализация промышленных выбросов. Также, при работе в запыленных помещениях рекомендуем заменить респиратор 3M VFLEX 9101 на респиратор 3M VFLEX 9152R и использовать противопыльные очки.

Кроме уменьшения вредного воздействия на организм человека своевременное и качественное проведение этих мероприятий также позволяет снизить износ оборудования, что приводит к получению более качественной продукции.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Челноков, А. А. Охрана труда: учебник / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап; под общ. ред. А. А. Челнокова. – Минск: Выш. шк., 2011. – 671 с.
2. Пожаровзрывоопасность веществ, материалов и средств их тушения: справ. изд.: в 2 кн. / А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990. кн. 1. – 496 с.; кн. 2. – 384 с.

## СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ДЛЯ КАФЕДРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Информационный ресурс (сайт) – информация (система веб-страниц), размещенная в информационно-телекоммуникационной сети по определенным сетевым адресам (Uniform Resource Locator – URL), в совокупности с комплексом исключительных прав (на доменные имена, базы данных и программы для электронных вычислительных машин), осуществление которых обеспечивает доступ к такой информации [1].

Существует много областей, где применение информационных ресурсов является необходимым и позволяют облегчить доступ к материалам, удовлетворить потребность в получении информации, а также источником сведений. В нашем веке, своевременный и легкий доступ к различной информации является не просто прихотью, а отличительной чертой прогрессивного общества.

С целью привлечения абитуриентов, эффективного информирования посредством сети Интернет студентов и сотрудников кафедры безопасности жизнедеятельности, информатизации кафедры, а также для популяризации литературы разработанной и используемой кафедрой был разработан информационный ресурс на доменном имени bjdch.belstu.by.

Информационный ресурс содержит следующие разделы:

- информация по различным разделам дисциплин кафедры;
- расписание преподавателей;
- состав кафедры;
- литература;
- контактная информация и др.

Информационный ресурс (сайт) позволит обучающимся беспрепятственно в любое время и из любого места получить доступ к сведениям, необходимым в процессе обучения, что не только улучшит процесс обучения, но и существенно упростит подготовку студентов к занятиям.

В ходе работы были проанализированы сайты кафедр и факультета информационных технологий Белорусского государственного технологического университета с целью выявления наиболее необходимых разделов и материалов.

В результате работы был разработан информационный ресурс кафедры безопасности жизнедеятельности и размещены сведения по преподавателям, их расписанию и основные сведения по различным разделам предметов кафедры [2]. Информация включает в себя такие по дисциплинам: «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. радиационная безопасность», «Охрана труда», «Безопасность жизнедеятельности человека». Данная информация пригодится, а иногда может и спасти жизнь не только студенту, но и любому человеку. Также были добавлены разделы «Расписание», для упрощения нахождения студентами преподавателя, и раздел «Кафедра» для знакомства студентов с преподавательским составом.

Для примера, в категорию «Охрана труда» включены разделы: «Обеспечение охраны труда в Республике Беларусь», «Санитарно-гигиенические требования к производственной среде», «Общие требования безопасности к производственным процессам и оборудованию».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. [Электронный ресурс].

<http://multilang.pravo.by/ru/Term/Index/22775?langName=ru&ch=P&size=25&page=1&type=3>.

Дата доступа: 02.11.2022.

2. В.Н. Босак З.С. Ковалевич Безопасность жизнедеятельности человека/ В.Н. Босак З.С. Ковалевич – Минск: Выш. шк., 2016. – 335 с.



## **АНАЛИЗ ОХРАНЫ ТРУДА НА МОЗЫРСКОМ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ**

Мозырский нефтеперерабатывающий завод признан «Лучшей организацией Мозырского района по охране труда в 2021» году. Именно от охраны труда, а точнее от соблюдения необходимого перечня инструкций, зависит производственный травматизм, и выдача спецодежды, и нормирование рабочего дня.

Ежегодно на ОАО «Мозырский НПЗ» проводится семинар-практикум «Типичные примеры нарушений на производстве», проводят это общественные инспектора при активном участии профкома первичной профсоюзной организации Белхимпрофсоюза, служб охраны труда и окружающей среды.

В течение 2021 года комиссией по охране труда проводилась организационная работа, направленная на улучшение условий труда, культуры производства, снижению производственного травматизма и профзаболеваемости.

К важным показателям работы по охране труда и промышленной безопасности относится расширение охвата руководителей и специалистов программами повышения квалификации. В 2021 году этот показатель увеличился на 5% по сравнению с данными 2020 года.

Так же на предприятии проводятся мероприятия по борьбе с опасными проявлениями статического электричества во взрывоопасных производствах, которые были обусловлены возникновением зарядов статического электричества в технологическом оборудовании, которое происходит при деформации, дроблении (разбрызгивании) веществ, перемешивании двух находящихся в контакте тел, при интенсивном перемешивании, испарении веществ.

В процессе накопления зарядов в оборудовании значение энергии электрического заряда с поверхности вещества или оборудования может превысить энергию воспламенения окружающей взрывоопасной среды, что может привести к взрыву или пожару.

Количество несчастных случаев на 2020 – 5 (1 с тяжелым исходом), а в 2021 – 3 (0 с тяжелым исходом). Это отразилось на коэффициенте частоты производственного травматизма, который по итогам прошлого года снизился на 0,3 пункта.

Мы предлагаем, для того чтобы повысить уровень охраны труда, можно обеспечить стекание возникающих зарядов статического электричества посредством отвода зарядов путем заземления всего технологического оборудования, трубопроводов и воздухопроводов, вентиляционных устройств. В качестве заземляющего устройства при этом можно использовать общее заземляющее устройство для молниезащиты электрооборудования. Проверка величины заземления следует проводить электрослужбой завода не реже одного раза в год; внешний осмотр технологическим персоналом – каждую смену.

На Мозырском НПЗ многое делается для улучшения условий и усиления безопасности рабочего процесса, а вопросам охраны труда уделяется внимание на самых разных уровнях.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Телеканал Мозырь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: - <https://tkm.by/2022/02/mozyrskij-npz-priznan-luchshej-organizaciej-rajona-po-oxrane-truda/> –Дата доступа: 17.02.2022.

2. Мазырская грамадска-палітычная газета «Жыццё Палесся». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: - <https://www.mazyr.by/2022/03/mozyrskij-npz-stal-pobeditelem-smotra-konkurs-a-po-oxrane-truda/> – Дата доступа: 08.11.2022.

3. 1PROF.BY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: - <https://1prof.by/news/v-strane/tipichnye-primery-narushenij-na-proizv/> – Дата доступа: 19.04.2022.

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕПОЛИМЕРИЗАЦИИ  
ОТХОДОВ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА**

Полиметилметакрилат (ПММА) – линейный полимер метилметакрилата, который благодаря своей прозрачности и устойчивости к УФ-старению находит широкое применение в различных областях промышленности. Повсеместное использование ПММА обуславливает накопление больших объемов отходов его потребления.

Известно, что ПММА легко подвергается деполимеризации по радикально-цепному механизму при температурах 150–500°C [1, 2]. При температурах выше 120°C начинает протекать термическая деструкция, проявляющаяся в виде случайных разрывов макромолекул полимера по слабым связям, а при температурах выше 200 °C – деполимеризация по радикально-цепному механизму. Полиметилметакрилат деструктурирует при пиролизе при температурах 150–500°C с преимущественным выделением мономера.

В случае деполимеризации чистого полиметилметакрилата, выход мономера может достигать 100%, однако при термической деструкции полимерных отходов, помимо ПММА, химическим превращениям подвергаются и другие компоненты полимерной смеси. В результате в продуктах деструкции содержится большое количество олигомеров и продуктов термоокислительной деструкции. В связи с этим, определение оптимальных условий деполимеризации полимерных отходов ПММА, является актуальной задачей, как с научной, так и практической точек зрения.

Цель исследования заключалась в определении оптимального температурного режима переработки отходов полиметилметакрилата, обеспечивающего максимальный выход мономера. Объектами исследования являлись полимерные отходы полиметилметакрилата, образующиеся при производстве полимерных изделий из ПММА.

Термическую деструкцию проводили на лабораторной установке деполимеризации, состоящей из колбонагревателя, круглодонной колбы, термометра для регистрации температуры процесса и обратного холодильника для конденсации паров. Температуру процесса варьировали в интервале температур от 100 до 400°C. По окончании процесса деполимеризации из полученных продуктов деструкции методом перегонки выделяли узкую фракцию мономера с пределами выкипания 98–101°C. Качество выделенного мономера оценивали по показателю преломления  $n_D^{20}$  (для чистого метилметакрилата  $n_D^{20} = 1,414 \pm 0,001$ ) и плотности при 20°C.

Установлено, что на качество и выход мономера оказывают влияние температура и продолжительность процесса термодеструкции. При увеличении температуры процесса в выделенной фракции возрастает количество побочных продуктов, о чем свидетельствует изменение физических характеристик фракции (показателя преломления, плотности, цвета и запаха). В ходе проведения серии опытов было установлено, что наибольший выход чистого метилметакрилата (50,8%) с показателем преломления  $n_D^{20} = 1,4145$  наблюдается при температуре деполимеризации полимерных отходов равной 210°C.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Мадорский, С. Термическое разложение органических полимеров / С. Мадорский. – М.: Мир. 1967. – 328 с.
2. Грасси, Н. Деструкция и стабилизация полимеров / Н. Грасси, Дж. Скотт. – М.: Мир. 1988. – 246 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНОГО ЛИГНИНА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ  
ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ РЕЗОЛЬНОГО ТИПА**

Фенолоформальдегидная смола (ФФС) – термореактивный или термопластичный продукт поликонденсации фенола с формальдегидом, который широко используют для производства древесной плитной продукции. Основным преимуществом применения ФФС является ее высокая адгезия к большинству материалов и водостойкость, а также механическая прочность, химическая и термическая устойчивость [1].

Объектом исследования являлась ФФС резольного типа, модифицированная порошковым поликарбоксилатным лигнином. Цель исследований состояла в определении влияния содержания поликарбоксилатного лигнина на свойства ФФС резольного типа. В результате синтеза были получены ФФС, показатели качества которых приведены в таблице.

Таблица – Показатели качества образцов смолы

Наименование показателя	Вид ФФС			Значение ГОСТ 20907-2016 для СФЖ-3014
	ФФС, контроль	ФФС, модифицированная 2% поликарбоксилатного лигнина	ФФС, модифицированная 4% поликарбоксилатного лигнина	
Внешний вид	Однородная жидкость темно-вишневого цвета	Однородная жидкость темно-коричневого цвета	Однородная жидкость темно-коричневого цвета	Однородная жидкость от красновато-коричневого до темно-вишневого цвета
Показатель рН	11,1	11,0	11,3	не определяют
Условная вязкость, с	20,6	53	72	17 – 130
Массовая доля нелетучих веществ, %	45,1	48,1	50,2	46 – 52
Массовая доля щелочи, %	6,4	6,3	6,5	6,0 – 7,5
Массовая доля формальдегида, %	0,26	0,27	0,23	не более 0,10

Как видно из таблицы, все ФФС соответствуют нормативным требованиям, кроме показателя массовой доли формальдегида. При этом ФФС, модифицированная 4% поликарбоксилатного лигнина имеет наименьшее значение содержания свободного формальдегида, что делает ее пригодной для получения фанеры, используемой в качестве строительного материала.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гораев, И.М. Фенолоформальдегидные смолы / И.М. Гораев, А.А. Ибрагимов // Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова – журнал Вестник магистратуры. – №10 – 2019 – с. 11–12.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Синтетические смолы – это высокомолекулярные органические соединения, полученные посредством реакций полимеризации и поликонденсации из низкомолекулярных веществ (мономеров). Они применяются в производстве таких плитных материалов как древесностружечные плиты (ДСП), ориентированно-стружечные плиты (ОСП) плиты МДФ, фанера, а также для изготовления пластмасс, лаков и красок. При этом в структуре себестоимости конечной продукции синтетические смолы занимают одну из основных статей, что в современных условиях вынуждает исследователей разрабатывать марки смол, являющихся конкурентоспособными.

В связи с этим объектом исследования являлись наиболее распространенные в производстве плитной продукции карбамидоформальдегидные смолы (КФС) и фенолформальдегидные смолы (ФФС).

Целью являлось определение современных марок КФС и ФФС, используемых в изготовлении плитной продукции.

В результате литературного поиска были определены марки современных КФС и ФФС, нашедшие наибольшее применение в производстве древесных плит [1].

Основные физико-химические показатели данных смол представлены в таблице.

Таблица – Физико-химические показатели КФС и ФФС

Наименование показателя	Значение	
	КФС марки КФ-МТ(Н)-П	ФФС марки СВЖ-3015-Т
1. Массовая доля сухого остатка, %	59,8 – 60,3	52,0
2. Содержание свободного формальдегида, масс. %	0,10 – 0,15	0,1
3. Содержание свободного фенола, масс. %	–	0,1
4. Содержание щелочи, масс. %	–	3,0-3,5
6. Вязкость условная по ВЗ-4, с	25 – 32	38
7. Концентрация водородных ионов, рН	6,5 – 7,1	–
8. Продолжительность желатинизации при 100 °С, с	40 – 47	–
9. Продолжительность отверждения при 100 °С, с	–	73
10. Полная смешиваемость с водой при соотношении по объему	1:9 – 1:15	–

Следует отметить, что значения показателей, анализируемых КФС марки КФ-МТ(Н)-П и ФФС марки СВЖ-3015-Т, соответствуют требованиям ГОСТ 14231-88 и ГОСТ 20907-2016 соответственно.

Таким образом, были определены марки современных синтетических смол, используемых в производстве востребованной рынком плитной продукции.

### ЛИТЕРАТУРА

Пасько, Ю.В. Исследование влияния модифицирования дифенилолпропаном смолы КФК-СФ / Ю.В. Пасько, Н.И. Янтурина, В.Д. Скрипкин // Наука без границ. – 2019 – №9 (34) – С. 41–45.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГРУППОВОЙ СОСТАВ ВАКУУМНОГО ДИСТИЛЛЯТА

В настоящее время СВЧ-обработка может использоваться для улучшения качества нефти, уменьшение отложений кокса на катализаторе, десорбции соединений серы и азота, а также в биотехнологии и медицине. Нефть является коллоидной системой. Основным ее показателем является вязкость. При уменьшении вязкости облегчается транспортирование жидкости, теплообмен, фильтрация, седиментация и пр.

Принцип работы СВЧ: для работы микроволн необходимы дипольные молекулы. Они заряжены одновременно и положительно, и отрицательно. В обычной среде, без электрического поля, молекулы находятся в хаотичном состоянии. Как только начинает работать магнетрон в СВЧ-печке, положительно заряженные частицы направляются в одну сторону, а отрицательно – в другую. В момент смены полярности молекулы разворачиваются на 180 градусов, в следствии чего увеличивается температура вещества [1].

Целью данной работы являлось исследование влияния СВЧ-излучения на групповой состав вакуумного дистиллята 4 (ВД-4), получаемого при вакуумной перегонке мазута в ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Для этого использовали микроволновую печь мощностью 600 Вт и частотой 2450 Гц, в которой исследуемый образец подвергали СВЧ-облучению в течение 1,3 и 5 минут. Групповой состав определяли по методу Маркуссона [2]. Навеску испытуемого продукта 5 г помещали в коническую колбу и растворяли в 40-кратном (к весу навески) объеме растворителя (гептана). Спустя сутки раствор фильтровали через плотный бумажный фильтр. Осадок переносили на фильтр свежими порциями гептана. На фильтре оставались асфальтены.

Для выделения нейтральных масел и смол отфильтрованный и упаренный раствор обрабатывали 25 г твердого адсорбента (силикагель). Затем всю эту массу переносили в прибор Сокслета, в экстракторе которого размещен патрон из фильтровальной бумаги с силикагелем внутри. Смесь последовательно экстрагировали гептаном, бензолом и спирто-бензольной смесью.

В таблице представлены результаты исследования.

Таблица – Структурно-групповой состав ВД-4 до и после обработки СВЧ-излучением

Компоненты	ВД-4			
		1 мин	3 мин	5 мин
Содержание, мас. %:				
– асфальтены, %	0,36	1,40	2,00	0,76
– нейтральные масла, %	70,20	89,80	86,00	82,80
– бензольные смолы, %	6,00	5,20	9,20	9,80
– спирто-бензольные смолы, %	3,00	1,00	0,20	1,00
Потери, мас. %	20,44	2,60	2,60	5,64

Исходя из данных таблицы следует, что обработка вакуумного дистиллята ВД-4 СВЧ-облучением приводит к увеличению содержания в нефтепродукте нейтральных масел, бензольных смол и асфальтенов. Объяснить это можно частичным разрушением сольватных оболочек дисперсной фазы и миграцией углеводородов в дисперсионную среду.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Микроволновое излучение и интенсификация химических процессов / Д. Л. Рахманкулов [и др.]; под общ. ред. Д. Л. Рахманкулов – Москва: Химия, 2003. – 220 с.
2. Химия и технология переработки нефти и газа. Лабораторный практикум / Е.В. Грушова [и др.]; под общ. ред. А.И. Юсевича – Минск: БГТУ, 2020. – 292 с.

**ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ БЕНЗИНА**

Одним из основных средств улучшения экономических показателей производства бензина является максимальное использование имеющихся резервов (например, сокращение потерь нефти и нефтепродуктов на промыслах, на нефтеперерабатывающих заводах, при транспортировке и в процессах хранения и потребления). Важным свойством бензинов является стабильность. Стабильность – это способность топлива сохранять свойства в допустимых пределах для конкретных эксплуатационных условий [1]. В зависимости от причин изменения свойств различают физическую и химическую стабильность. Под химической стабильностью прежде всего понимают склонность к окислению углеводородов и так называемых неуглеводородных примесей, содержащихся в топливе [1]. Физическая стабильность топлива определяется, как его способность сохранять фракционный состав и однородность в процессе хранения, транспортировки, эксплуатации [2].

В данной работе исследовали стабильность бензинов различного происхождения: АИ-92, АИ-95, бензин прямогонный и стабильный катализат. Исследование осуществляли по методу, основанному на способе, предложенном в статье Бойченко С. В. - Способ прогнозирования и оценки стабильности моторных топлив [3]. Отличия метода от описанного в статье состоит в том, что вместо постепенного испарения образца ( $V = 50$  мл), бензин перегоняли, отбирая пробы по 2 мл. Далее для каждой отобранной пробы определяли показатель преломления ( $n_D^{20}$ ), и анализировали зависимости изменения показателя преломления от доли отгона. Так же в ходе работы исследовали фракционный состав по ГОСТ 2177-99 [4].

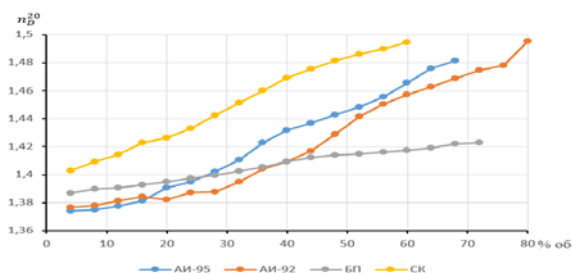


Рисунок 1 – Зависимость показателя преломления от процента отгона образца

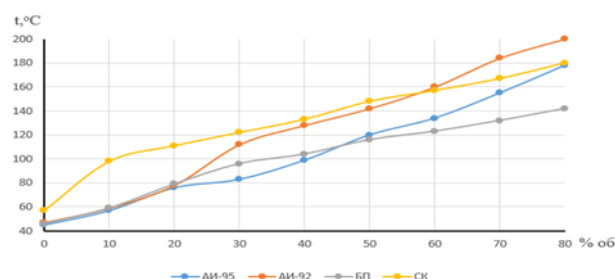


Рисунок 2 – Результаты разгонки бензинов на АРНП – 2

Установлено, что с увеличением доли отгона повышается показатель преломления, при этом наблюдается сходство формы графиков между собой. В результате по полученным графическим зависимостям можно определить количество испарённого бензина.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гурьев А. А. Химмотология / А. А. Гурьев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи; под редакцией И. А. Захарьянц. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
2. Едигаров С. Г. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и газохранилищ / Г. С. Едигаров, С. А. Бобровский - М.: Недра, 1973. – 180 с.
3. Бойченко С. В. - Способ прогнозирования и оценки стабильности моторных топлив / С. В. Бойченко, О. С. Титова, Л. Н Черняк // Химическая технология – 2007. – Т.8. - №5. – С. 215-217.
4. Нефтепродукты. Метод определения фракционного состава: ГОСТ 2177-99. – Введ. 01.01.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и стандартизации: Бел-рус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2001. 25 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОЛЕКУЛЯРНУЮ МАССУ ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

В настоящее время возрастает интерес к процессам предварительной обработки нефтепродуктов с целью повышения глубины переработки тяжелой нефти и нефтяных остатков. Поскольку нефть является дисперсной системой, под воздействием различных физических факторов она может изменять свое соотношение фаз, таких как: ультразвук, магнитное поле и СВЧ-излучение. На данный момент более актуальной является обработка СВЧ-излучением [1]. Обусловлено это тем, что СВЧ-излучение, позволяет обрабатывать вакуумные дистилляты в объеме, что объясняется высокой поляризованностью поля и диффузией [2].

Цель работы: исследовать влияние СВЧ-обработки на молекулярную массу тяжелых нефтепродуктов (вакуумный дистиллят 2 (ВД-2), вакуумный дистиллят 4 (ВД-4)). Определение молекулярной массы осуществлялось криоскопическим методом [3], где в качестве среды использовался бензол. Так как этот метод обладает высокой точностью и имеет преимущества над эбуллиоскопическим и другими.

Криоскопический метод определения молекулярной массы нефтепродукта основан на измерении разности температуры между температурами замерзания раствора и чистого растворителя. В основу этого метода положен закон Рауля, применяемый лишь к разбавленным растворам, поэтому с повышением концентрации исследуемого вещества в растворителе наблюдается отклонение от действия этого закона [3].

Проводили измерение на криостате (ЛИОР LT-912). Измеряли молекулярную массу ВД-2 и ВД-4 с обработкой и без обработки СВЧ-излучением, (мощность 600Вт, частота 2450Гц).

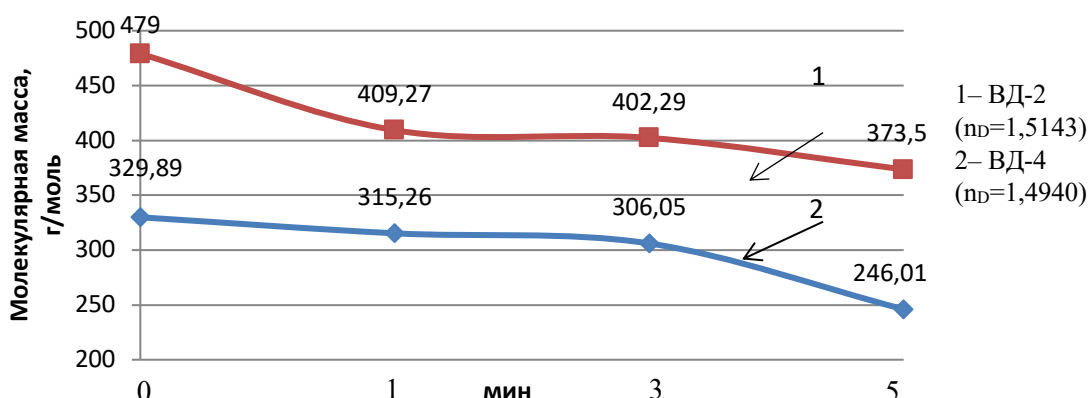


Рисунок – Изменение молекулярной массы образцов

Молекулярная масса исследуемых образцов уменьшается, с увеличением времени обработки СВЧ-излучением. Объяснить это можно увеличением степени дисперсности исследуемых систем за счет распада структурно сложной единицы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы, поглощающие СВЧ-излучения / Ковневристый Ю.К. [и др.]. – М.: Наука, 1982. – 165 с.
2. Обзор современных методов воздействия на реологические свойства тяжелых высоковязких нефтей / Хасанов И.И. [и др.] // Химические технологии и продукты. – 2018. – С. 54.
3. Эффект микроволнового излучения в химических реакциях / Петрова Е.М. [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №3. – С 28-31.

### ВЛИЯНИЕ МОЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИД : ФЕНОЛ ПРИ СИНТЕЗЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ ЛИГНИНОМ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ РЕЗОЛЬНОГО ТИПА НА ЕЕ СВОЙСТВА

Фенолоформальдегидная смола (ФФС) – это смола промышленного изготовления, имеющая фенолоальдегидную основу и обладающая признаками термореактопластов. В промышленности на основе ФФС изготавливают связующие для плитных материалов, которые проявляют большую устойчивость к нагреванию и одновременному воздействию влаги. В связи с этим их широко используют для производства древесной плитной продукции, эксплуатируемой в атмосферных условиях [1].

Объектом исследования являлась ФФС, модифицированная порошковым поликарбоксилатным лигнином (ПКЛ) в процессе ее синтеза.

Цель исследований состояла в определении оптимального мольного соотношения формальдегид : фенол при получении ФФС.

В результате синтеза были получены ФФС, модифицированные ПКЛ в порошковой форме, с варьируемым мольным соотношением. В таблице представлены показатели качества синтезированных ФФС, определенные в соответствии с ГОСТ 20907-2016.

Таблица – Показатели качества синтезированных ФФС

Наименование показателя	Фенолоформальдегидная смола резольного типа с добавкой ПКЛ (6%)			Значение ГОСТ 20907-2016 для СФЖ-3014
	2,2 : 1,0	2,3 : 1,0	2,4 : 1,0	
Мольное отношение (формальдегид : фенол)	2,2 : 1,0	2,3 : 1,0	2,4 : 1,0	Однородная жидкость от красновато-коричневого до темно-вишневого цвета
Внешний вид	Однородная жидкость темно-коричневого цвета	Однородная жидкость темно-коричневого цвета	Однородная жидкость темно-коричневого цвета	Однородная жидкость от красновато-коричневого до темно-вишневого цвета
Показатель рН	11,4	11,3	11,3	не определяют
Условная вязкость, с	93	105	128	17 – 130
Массовая доля нелетучих веществ, %	50,4	50,9	51,3	46 – 52
Массовая доля щёлочи, %	6,8	6,7	6,7	6,0 – 7,5
Массовая доля формальдегида, %	0,21	0,28	0,32	не более 0,10

Как видно из таблицы, все показатели, кроме содержания формальдегида, удовлетворяют требованиям ГОСТ 20907-2016, причем для соотношения формальдегид : фенол (2,2 : 1,0) содержание формальдегида минимально, что позволяет рекомендовать полученную ФФС для производства плитной продукции строительного назначения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виткалова, И.А. Технологии получения и свойств фенолоформальдегидных смол и композиций на их основе / Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. // ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых» – Журнал Научное обозрение. Технические науки. – № 2. – 2017. – С. 15 – 28.



**ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ И ЭЛАСТИЧНОСТИ  
ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ**

Одной из основных причин преждевременного разрушения дорожных покрытий является качество битумных вяжущих, используемых при приготовлении асфальтобетонных смесей. Традиционные нефтяные битумы не всегда соответствуют требованиям современных стандартов, в частности, по своим адгезионным и низкотемпературным свойствам. В связи с этим, для качественного и долговечного дорожного покрытия рекомендуется использовать модифицированные полимерами битумы.

Битумы, модифицированные полимерами типа стирол-бутадиен-стирол (СБС), характеризуются широким интервалом работоспособности, высокой эластичностью и хорошими низкотемпературными свойствами, но являются дорогостоящими материалами. Для удешевления СБС-модифицированных вяжущих часть полимерного модификатора можно заменять на более дешевые полимеры или полимерные отходы (например, полиэтилен, отходы его производства).

Цель работы состояла в исследовании низкотемпературных свойств и эластичности полимерно-битумных вяжущих, полученных модификацией битума полимерной смесью, содержащей СБС, полиэтилен (ПЭ) и отход производства – низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ).

В качестве объектов исследования изучены битумы, модифицированные смесью СБС, ПЭ и НМПЭ в соотношении (2–6) : 1 : (3–12). Для оценки низкотемпературных свойств вяжущих были определены следующие показатели: пенетрация при 0°С, температура хрупкости по Фраасу, дуктильность при 0°С и эластичность. Эффективность распределения полимерного модификатора в объеме битума оценивали методом люминесцентной спектроскопии. В таблице представлены характеристики битумных вяжущих, модифицированных полимерными смесями.

Таблица – Характеристика полимерно-битумных вяжущих

Состав модификатора, м.ч.			Свойства модифицированных вяжущих				
СБС	ПЭ	НМПЭ	Температура размягчения, °С	Пенетрация, 0,1 мм		Дуктильность при 0°С, мм	Эластичность, %
				при 0°С	при 25°С		
2	1	3	61	18	51	10,1	63,4
2	1	4	97	30	50	32,6	69,3
6	1	12	73	34	41	11,8	77,2

Установлено, что с увеличением содержания низкомолекулярного полиэтилена в полимерном модификаторе наблюдается увеличение пенетрации при 0°С, температуры размягчения и эластичности, а полученные образцы полимерно-битумно вяжущих характеризуются хорошими низкотемпературными свойствами, равномерным распределением полимерного модификатора во всем объеме битума.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ  
СТИРОЛ-БУТАДИЕН-СТИРОЛ-МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМОВ**

Одним из способов повышения долговечности асфальтобетонных покрытий является улучшение качества применяемых битумов и правильный их выбор с учетом климатических условий эксплуатации. Повышение качества дорожных битумов можно осуществлять за счет регулирования их свойств путем применения различных модифицирующих добавок (полимеров, резиновой крошки, серы, адгезионных добавок и др.). Использование полимеров для модификации битумов относится к одной из наиболее активно внедряющихся технологий получения высококачественных материалов для строительства и ремонта автомобильных дорог. При введении в битум небольших количеств полимера он оказывает существенное влияние на качественные параметры вяжущего: понижает температуру хрупкости и одновременно повышает теплостойкость битумов и, как результат, увеличиваются сроки службы покрытий на их основе. Однако использование полимерных модификаторов приводит к значительному удорожанию товарных битумных вяжущих, что ограничивает их повсеместное применение в дорожном строительстве.

Цель работы состояла в изучении возможности модификации нефтяных битумов смесью традиционного полимерного модификатора на основе сополимеров типа стирол-бутадиен-стирола (СБС) и полимерных порошков, полученных переработкой отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) для снижения себестоимости и улучшения эксплуатационных характеристик полимерно-битумных вяжущих. В качестве объектов исследования изучены битумы, модифицированные СБС и ПЭТ-порошком в соотношении 1–4 : (0–2). На рисунке представлена зависимость эксплуатационных показателей вяжущих (пенетрация при 25°C, температура размягчения) от количества ПЭТ-порошка в СБС-модифицированном битуме.

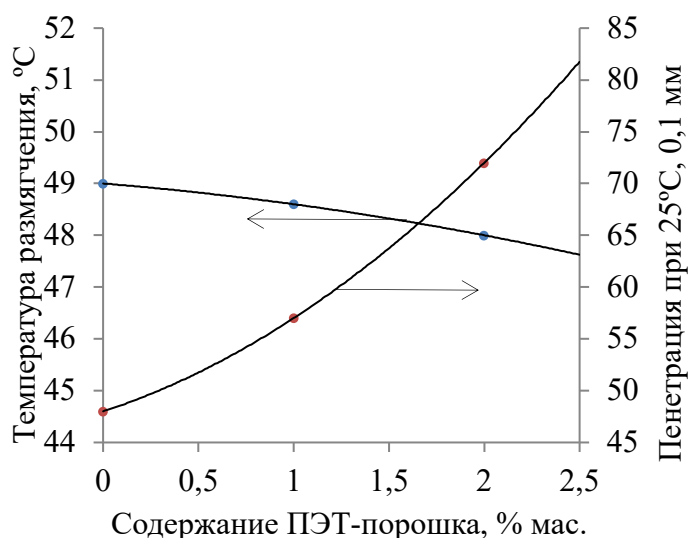


Рисунок – Зависимость изменения пенетрации и температуры размягчения СБС-модифицированного битума от количества введенного ПЭТ-порошка

Установлено, что с увеличением содержания ПЭТ-порошка в СБС-модифицированном битуме наблюдается незначительное изменение его температуры размягчения, при этом пенетрация модифицированного битума возрастает на 29–50%.

## СИНТЕЗ И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ СВОЙСТВА 2 – (11 – ГИДРОКСИГЕПТАДЕЦИЛ) – 2 – ИМИДАЗОЛИНА

2-Алкилзамещенные имидазолины относятся к классу катионных поверхностно-активных веществ. Их широко применяют в качестве компонентов высокоэффективных ингибиторов коррозии, добавок к дорожным битумам, компонентов моющих и дезинфицирующих средств. Также имидазолины снижают коррозионную активность нефти, при этом хорошо растворяются в коррозионной среде, не загрязняют поверхность металла и не оказывают на него разрушающего действия.

Целью данной работы являлся синтез 2 – (11 – гидроксигептадецил) – 2 – имидазолина из 12-гидроксистеариновой кислоты и этилендиамина, а также определение поверхностного натяжения растворов сталагмометрическим методом и построение изотерм поверхностного натяжения при температурах 20, 40, 60 °С.

Синтез проводили в трехгорлой колбе снабженной ловушкой Дина-Старка, обратным холодильником и термометром. В колбу загружали 0,21 моль этилендиамина и нагревали до 90 °С. Затем постепенно вносили 0,07 моль 12-гидроксистеариновой кислоты и поднимали ступенчато температуру с интервалом в 3 часа до 120 °С, 160 °С и 200 °С. Выход продукта составил 55 %. Продукт был идентифицирован ИК-спектрометром.

Синтезируемое вещество не растворяется в воде, поэтому перевели его в форму гидрохлорида и приготовили серию разбавленных водных растворов для которых определили поверхностное натяжение на границе вода-воздух. На основе полученных данных построили изотермы поверхностных натяжений в интервале температур 20–60 °С.

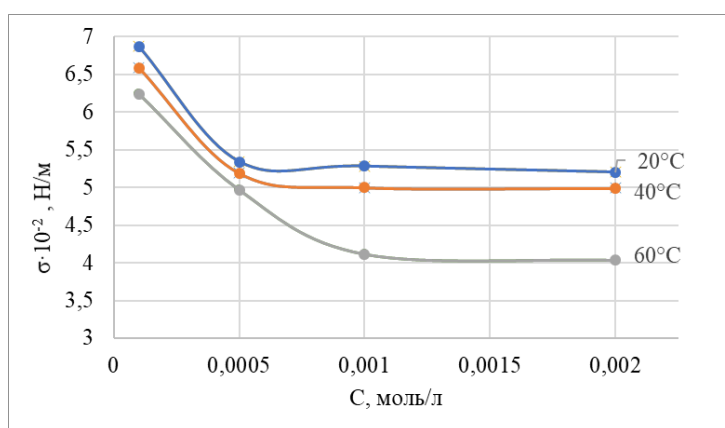


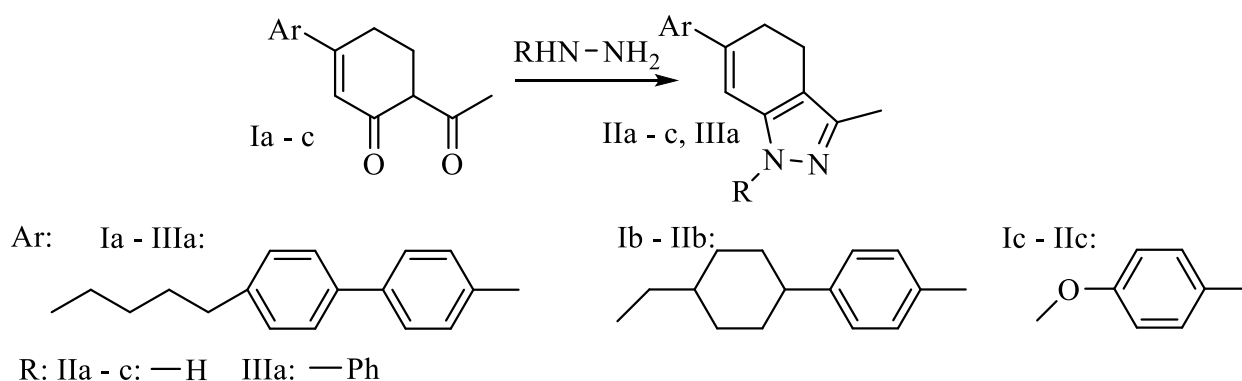
Рисунок – Изотермы поверхностного натяжения при 20, 40, 60 °С

На рисунке отмечается нелинейное изменение изотерм поверхностного натяжения с увеличением температуры. Эта нелинейная зависимость объясняется плохой растворимостью исследуемого 2-алкилимидазолина гидрохлорида в воде. Процесс мицеллообразования характеризуется не только нижним концентрационным пределом (ККМ), но и нижним температурным пределом (температурой Крафта). При температурах находящихся ниже температурного предела, растворимость 2-алкилимидазолина в воде недостаточна для образования мицелл. Такой результат объясняется эффектом Крафта.

**РАЗРАБОТКА СИНТЕЗА ЗАМЕЩЁННЫХ 4,5-ДИГИДРОИНДАЗОЛОВ**

Целью данной работы является исследование синтетического потенциала 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонов в качестве исходных субстратов для получения новых конденсированных гетероциклических соединений. Мы полагали, что введение гетероциклического ядра по месту 1,3-дикетонного фрагмента позволит расширить спектр практического применения синтезированных соединений, включая жидкокристаллические и люминесцентные свойства.

Для синтеза целевых соединений проводилась реакция между 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонами Ia-c, препаративная методика синтеза которых была разработана нами ранее [1], и N-нуклеофилами, в качестве которых использовали гидразин и фенилгидразин в среде кипящего метанола. Реакция протекала в течении 30 минут, промежуточный контроль за ходом реакции осуществлялся при помощи тонкослойной хроматографии. После завершения реакции смесь охлаждалась, при этом 6-арилзамещенные 4,5-дигидроиндазолы IIa-c, IIIa кристаллизовались и выделялись фильтрованием.



В конечном итоге были выделены 3-арилзамещённые-4,5-дигидро-1-Н-индазолы **IIa-c** с выходами 72 – 80% и N-фенилзамещённый индазол **IIIa** с выходом 95 %. Строение полученных соединений было подтверждено при помощи ИК-, <sup>1</sup>H- и <sup>13</sup>C-ЯМР-спектроскопии [2].

Таким образом, можно утверждать, что разработана препаративная методика синтеза 4,5-дигидроиндазолов на основе синтезированных ранее 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонов.

В ходе работы было обнаружено, что целевые вещества способны люминесцировать в ультрафиолетовом диапазоне. Для количественного описания люминесценции был снят адсорбционно-эмиссионный спектр 3-метил-6-(4-(4-этилциклогексил)фенил)-4,5-1Н-индазола **IIa** и определены основные спектральные характеристики: максимум поглощения  $\lambda_{ad} = 303$  нм, максимум испускания  $\lambda_{em} = 377$  нм и сдвиг Стокса равный  $13,5 \times 10^6$  см<sup>-1</sup>.

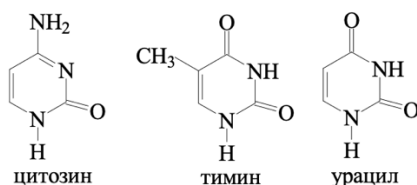
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кузьмина, М.М. Синтез 3-арил-6-ацетилциклогексен-2-онов реакцией солей Манниха с ацетилацетоном / М.М. Кузьмина, Д.И. Макуцня // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов : сборник научных работ, Минск, 18-23 апреля 2022 г. / Белорусский государственный технологический университет. - Минск: БГТУ, 2022. – С. 251–253.

2. Преч, Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Афольтер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.

**СИНТЕЗ ФУНКЦИОналиЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ  
2-АМИНОПИРИМИДИНА**

Производные пириимидина широко распространены в живой природе, где участвуют во многих важных биологических процессах. В частности, такие соединения как цитозин, тимин, урацил входят в состав нуклеотидов, являющихся структурными единицами нуклеиновых кислот, пириимидиновый цикл входит в состав молекулы витамина В1, некоторых коферментов и антибиотиков.



Цель данной работы осуществить синтез функционализированных производных 2-аминопириимидина [1] реакцией конденсации  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных кетонов (**1,2**) с 3-нитрофенилгуанидином (**3**) и сравнить реакционную способность непредельных кетонов, содержащих ароматический и гетероароматический циклы. В качестве бис-электрофилов были получены соединения 1-фенил-3-(3-нитрофенил)проп-2-ен-1-он (**1**) и 1-фенил-3-(фуран-2-ил)проп-2-ен-1-он (**2**).

Реакцию конденсации проводили в растворе ДМФА при нагревании до 100-110°C в течение 6ч. Контроль протекания осуществляли методом ТСХ. Было установлено, что основным продуктом реакции соединения (**1**) с 3-нитрофенилгуанидином получен бис-1,4-(3-нитрофенил)-6-фенилпириимидин-2-амин (**4**) с выходом 72%. А реакция соединения (**2**) в условиях проведения приводила к смеси продуктов, среди которых, по данным ТСХ, был 3-нитроанилин. Т.е. в ходе реакции происходил гидролиз 3-нитрофенилгуанидина, что обусловлено возможно низкой реакционной способностью карбонильного атома углерода в субстрате, так как фурановый цикл обладает повышенной электронной плотностью ( $\pi$ -избыток электронов).

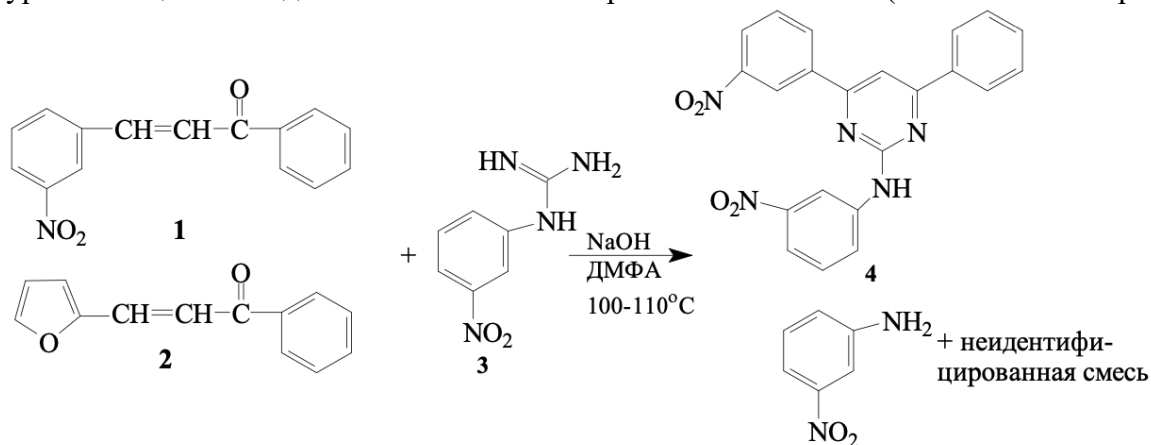


Схема 1

Структура соединения **4** доказана современными физико-химическими методами анализа: ИК и ЯМР спектрами.

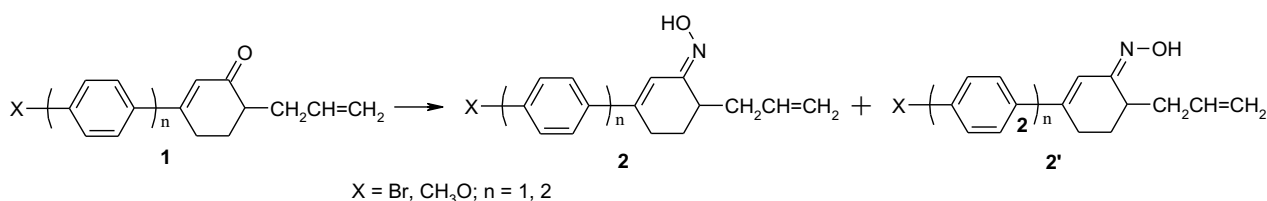
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Королева, Е.В. Замещенные 2-ариаминопириимидины – ключевые соединения в направленном синтезе биомолекул / Е. В. Королева, Ж. В. Игнатович, А. Л. Ермолинская, Ю. В. Синютин, А. В. Барановский, С. А. Махнач. Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2013. № 3. С. 79–86.

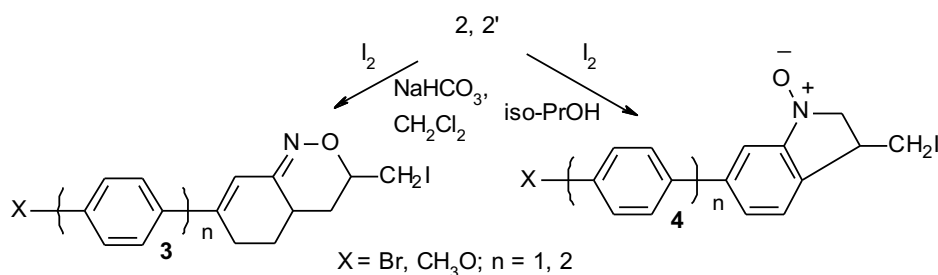
### СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ ОКСИМОВ 3-АРИЛ-6-АЛЛИЛЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ

С целью продолжения исследований [1] методов синтеза и дальнейших превращений жидкокристаллических 3,6-дизамещенных циклогекс-2-енонов нами был осуществлен синтез оксимов 3-арил-6-аллилциклогекс-2-енонов (**2**, **2'**) и рассмотрены возможные варианты их превращения в гетероциклические соединения, учитывая, что алкенилзамещенные оксимы под действием кислот, N-бромсукцинимид, других катализаторов претерпевают внутримолекулярную циклизацию, приводящую к образованию соответствующих 1,2-оксазинов или циклических нитронов [2].

Результаты проведенных нами исследований показали, что взаимодействие циклогексенонов (**1**) с гидроксиламином в спиртовом растворе при комнатной температуре в присутствии ацетата натрия в качестве основания приводит к образованию смеси, как правило, в соотношении 1:1 E/Z-изомеров оксимов (**2**, **2'**).



Было установлено, что обработка E/Z-изомеров оксимов (**2**, **2'**) металлическим иодом в дихлорметане в присутствии насыщенного раствора  $\text{NaHCO}_3$  в течение 12 часов при комнатной температуре сопровождается образованием соответствующих 6-иодметил-5,6-дигидро-4H-1,2-оксазинов (**3**), а кипячение с иодом в изопропиловом спирте приводит к иным продуктам взаимодействия – иодметилнитронам (**4**) с выходом в 40-50%.



Следует отметить, что исследования трансформации оксимов (**2**, **2'**), других подобных соединений будут продолжены, поскольку изучение возможности их использования для получения оригинальных гетероциклических соединений, обладающих биологической активностью, жидкокристаллических (анизотропных) соединений представляет несомненный научный и практический интерес.

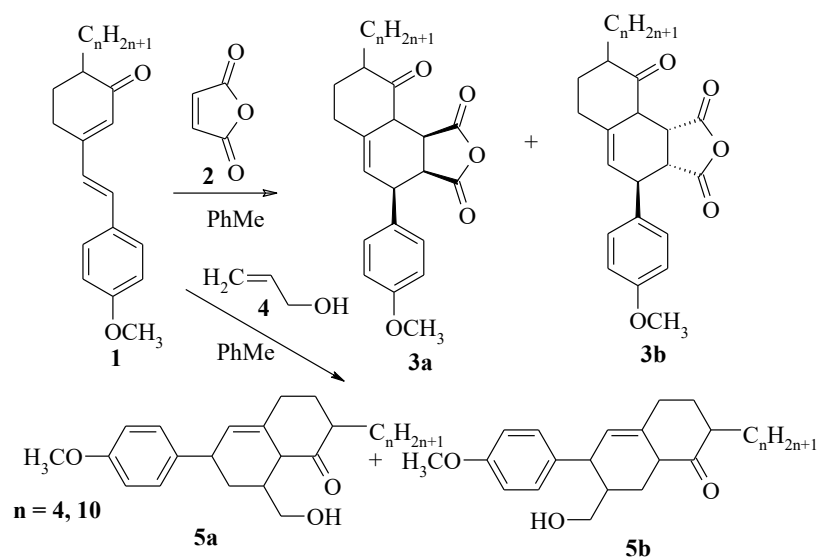
#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородов, В.С. Химия жидкокристаллических материалов / В.С. Безбородов. – Мн.: БГТУ, 2017. – 277 с.
2. External-oxidant-free amino-benzoyloxylation of unactivated alkenes of unsaturated ketoximes with O-benzoylhydroxylamines / J. Chen [et al.] // Chem.Comm. – 2021. – Vol. 57. P. 5215–5218.

### ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ [4+2]-ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ 3-(4-МЕТОКСИСТИРИЛ)-6-АЛКИЛЦИКЛОГЕС-2-ЕНОНОВ С ДИЕНОФИЛАМИ

В продолжение систематических исследований жидкокристаллических и анизотропных соединений, развития синтетических подходов и поиска полупродуктов для их получения [1] была изучена реакция [4+2]-циклоприсоединения (Дильса-Альдера) 3-(4-метоксистирил)-6-алкилциклогекс-2-енонов (**1**) (сопряжённые диены) с диенофилами, в качестве которых использовали малеиновый ангидрид (**2**) и аллиловый спирт (**4**). Известно, что в большинстве своем аддукты, образующиеся в результате циклоприсоединения, и продукты их модификации представляют несомненный научный и практический интерес и могут найти применение для создания различных материалов, включая биологически активные субстанции, наноконструкции, люминофоры и красители и т.д. [2].

В процессе проведенных исследований было установлено, что взаимодействие 3-(4-метоксистирил)-6-алкилциклогекс-2-енонов (**1**) с малеиновым ангидридом (активный диенофил) с кипячением в толуоле протекает легко и приводит с высоким выходом к образованию соответствующих экзо- и эндо-аддуктов: 4-(4-метоксифенил)-6-алкил-4,6,7,8,9а,9b-гексагидронафто[1,2-с]фуран-1,3,9(3а*H*)-трионов (**3а,б**). В отличие от этого, несмотря на то, что диен характеризуется высокой реакционной способностью, с аллиловым спиртом (**4**) реакция практически не идет.



В продолжение исследований планируется расширить изучение условий взаимодействия субстратов (**1**) с различными диенофилами, исследовать возможные направления трансформации образующихся анизотропных аддуктов и варианты практического использования конечных продуктов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородов, В.С. Полупродукты получения жидкокристаллических и анизотропных материалов / В. С. Безбородов [и др.] // Жидк. крист. и их практич. использ. – 2014. – Т. 14, № 4. С. 59–73.
2. Unusual in-situ preorganization and postoxidation steps observed in Diels-Alder reactions of styrylcyclohexene dienes / M.S. Abaee [at al.] // Chemistry Select – 2021. – № 6. P. 12617–12622.

### НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Масс-спектрометрия наряду с другими спектральными методами предназначена для анализа и установления строения органических соединений. Широкое применение метода связано с такими замечательными особенностями, как исключительно высокая чувствительность (требуется минимальные количества вещества), информативность, экспрессность (1–2 мин для индивидуальных соединений), возможность анализа смесей при использовании в комбинации с газовой и жидкостной хроматографией, а также в комбинации с компьютером для автоматической интерпретации спектров по специальным программам [1].

Получение спектра в масс-спектрометрии основано на ионизации органической молекулы с образованием *молекулярного иона* и его дальнейшем разрушении с последующей регистрацией массы образующихся ионов. Обычно ионизация осуществляется под действием электронного удара, хотя используются и другие методы. Для этого в условиях глубокого вакуума (остаточное давление около  $10^{-6}$  мм рт. ст., или  $10^{-3}$  Па) вещество переводят в газобразное состояние и подвергают бомбардировке потоком электронов – *электронному удару* (электронной ионизации). При этом молекула теряет электрон, превращаясь в положительный молекулярный ион-радикал, или захватывает электрон с образованием отрицательного ион-радикала. Для органических веществ более широко применяется масс-спектрометрия положительных ионов.

Распад молекулярного иона (фрагментация) идет с разрывом наименее прочных связей в молекуле соединения и с образованием наиболее стабилизированных осколочных частиц. В масс-спектрометре заряженные частицы под действием определенным образом направленных электрического и магнитного полей фокусируются в пучки, распределяются в зависимости от отношения массы  $m$  к заряду  $z$  ( $m/z$ ) и регистрируются детектором. После усиления сигналы записываются в виде масс-спектра. Последний представляет собой последовательность пиков (сигналов) различной интенсивности, расположенных в зависимости от величины  $m/z$ , то есть каждый пик соответствует ионам с данным значением  $m/z$ ; причем для однозарядных ионов  $z = 1$ , величина  $m/z$  совпадает с массой этого иона. По  $m/z$  молекулярного иона устанавливают молекулярную массу и брутто-формулу исследуемого вещества, а анализ образующихся осколочных ионов дает информацию о его строении.

К ограничениям метода относятся: сложность получения спектров для малолетучих веществ, в частности с большой молекулярной массой; в ряде случаев трудности с идентификацией пика молекулярного иона. Обычные масс-спектрометры могут работать с белками и полимерами массой до 1 МДа, и только некоторые модифицированные устройства – с молекулами, масса которых достигает 10 МДа [2].

Очередной задачей для масс-спектрометрии стало измерение массы частиц в диапазоне от Мега- до ГигаДальтон. Хотя этот диапазон является оптимальным для наномеханических резонаторов, при использовании наномеханического масс-спектрометра часто происходит непоправимая потеря образца наряду с продолжительным временем анализа и неточностью измерений [2]. В 2018 г. было опубликовано сообщение о том, что впервые была точно определена масса в 105 МДа большого ДНК-вируса с использованием системы, сочетающей распыление аналитов из раствора, их перемещение и фокусировку без применения электромагнитных полей, измерение массы индивидуальных частиц с помощью 20 наномеханических резонаторов, причем количество образца составило менее 1 пикомоля.

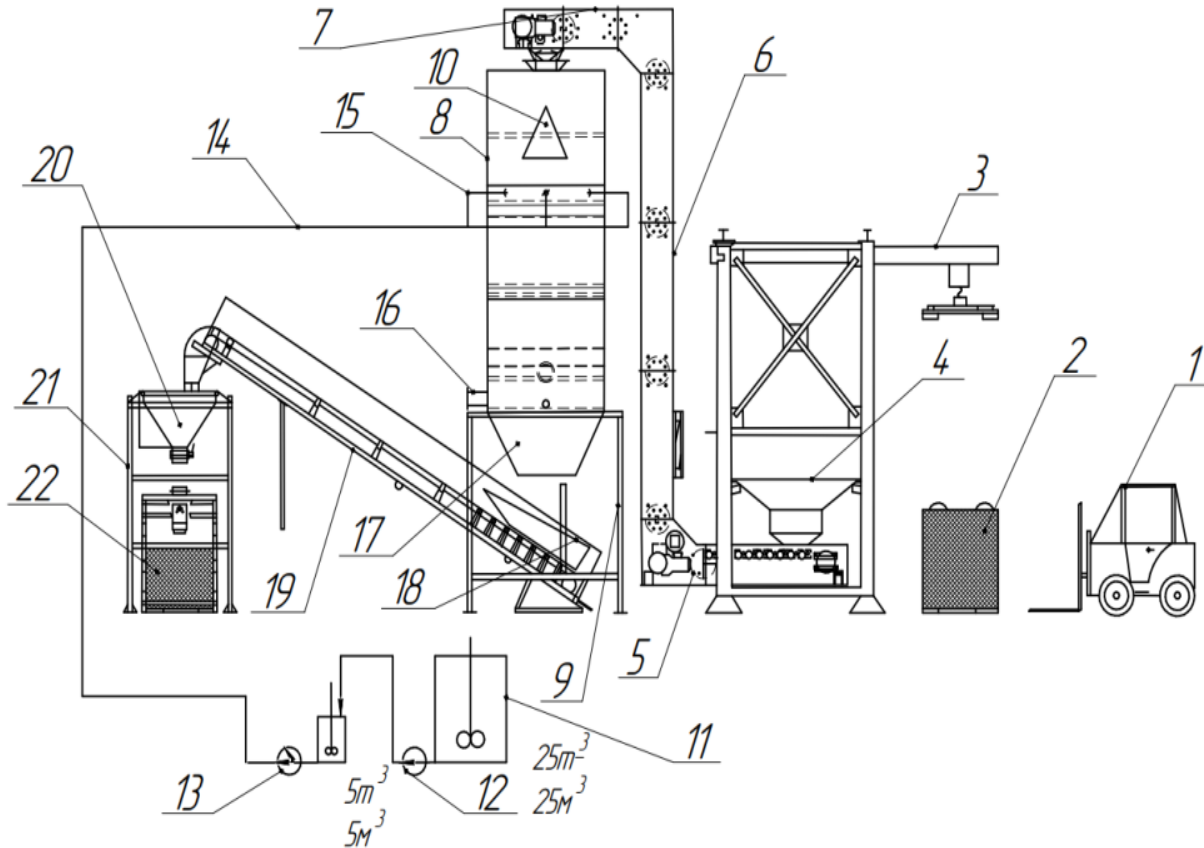
#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербина, А.Э. Органическая химия. Идентификация и системный структурный анализ органических соединений : учебн. пособие для студентов химико-технологических специальностей / Щербина А.Э., Антоневиц И.П., Толкач О.Я. / Мн. : БГТУ, 2005. – 256 с.
2. Dominguez-Medina, S. Neutral mass spectrometry of virus capsids above 100 megadaltons with nanomechanical resonators / S. Dominguez-Medina [et al.] // Science – 2018. – Vol. 362, Issue 6417. – P. 918–922.



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ С ПОНИЖЕННОЙ  
СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ**

Гидрофобизация поверхности пеллет после их изготовления имеет своей целью снижение равновесной сорбционной влажности при их транспортировке и хранении.



Технологический процесс производства пеллет с гидрофобизированной поверхностью реализуется следующим образом. Упаковки пеллет 2, погрузчиком 1 подаются к тельферу 3, который последовательно загружает пеллеты в загрузочную воронку 4. Конвейеры 5 – 7 непрерывно дозируют пеллеты в устройство для модификации поверхности пеллет 8, смонтированный на опорной раме 9. В устройство 8 по трубопроводу 14 из емкости хранения 11 при помощи насосов 12 и 13 подаётся гидрофобизатор и гидравлическими форсунками 15 распыляется на образованный распределительным конусом 10 кольцевой падающий поток пеллет. Через патрубок 16 в модификатор подается подогретый воздух для удаления с поверхности пеллет влаги, привнесенной с эмульсией гидрофобизатора. Температура воздуха 70 – 80°С. Из модификатора пеллеты выгружаются через разгрузочную коническую часть модифицирующего аппарата 17 в воронку наклонного скребкового конвейера 18, откуда попадают на конвейер 19, который транспортирует пеллеты на узел упаковки 20 – 22.

Разработанная технологическая схема универсальна и может дополнить любое существующее производство пеллет.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Зотова, Е. В. Оптимизация параметров технологических режимов пресс-гранулирования при производстве древесных гранул: пеллет: дис. канд. наук: 05.21.05 / Е. В. Зотова. – Воронеж, 2017. – 164 л.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РАВНОВЕСНОЙ СОРБЦИОННОЙ  
ВЛАЖНОСТИ ПЕЛЛЕТ И СПОСОБА ЕЕ СНИЖЕНИЯ**

В технологии древесных композиционных материалов существенное значение имеют такой показатель, как равновесная сорбционная влажность, которая характеризует их способность поглощать пары воды из окружающего воздуха. Численно равновесная сорбционная влажность равна влажности материала после окончания процесса поглощения им паров воды из воздуха. Пеллеты (топливные гранулы) часто перевозятся вагонами, то есть герметично не упаковываются и могут частично разрушаться в процессе транспортировки. При этом изделия могут впитывать влагу из воздуха, что будет снижать качество изделий. Для сохранения исходного качества изделий целесообразно использовать поверхностную обработку изделий гидрофобизатором.

Целью работы является разработка методики оценки равновесной сорбционной влажности пеллет и оценка эффективности обработки поверхности гидрофобизатором.

В качестве объекта исследования нами были выбраны пеллеты светлые П1 без коры и темные П2 с содержанием коры 8% коры. На поверхность пеллет методом пневматического распыления наносили гидрофобизатор в количестве 0,2% в соответствии с требованиями ISO 12225-2 [1]. Виброустойчивость (стойкость к механическому воздействию – вибрации) определялась с помощью лабораторной сортировки HAVER EML 200 digital plus при амплитуде колебаний 3,0 мм в течении 15 минут.

За основу методики определения сорбционного увлажнения был взят ГОСТ 24816–2014 [2]. В климатической камере поддерживалась относительная влажность воздуха  $98 \pm 0,5\%$ . Исходные пеллеты (П1 и П2) и пеллеты с гидрофобизированной поверхностью (П1-ГФ и П2-ГФ) выдерживались в камере в течении 80 мин. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица – Влияние гидрофобизации поверхности пеллет на сорбционное увлажнение

Время выдержки пеллет при относительной влажности 98%, мин	Сорбционное увлажнение (прирост массы), %			
	П1	П1-ГФ	П2	П2-ГФ
40	2,28	2,24	3,18	2,22
80	<b>10,55</b>	<b>6,70</b>	<b>9,86</b>	<b>7,00</b>

Вибрационная устойчивость пеллет с гидрофобизированной поверхностью несколько увеличилась – доля мелкой фракции (размеры частиц  $< 3,15$  мм) после испытания на виброустойчивость уменьшилась для пеллет не содержащих коры (П1) с 0,54 до 0,36%, что можно объяснить связывающим эффектом гидрофобизатора по отношению к мелким древесным частицам, находящимся на поверхности пеллет.

Выводы:

- разработана методика определения равновесной сорбционной влажности пеллет;
- обработка поверхности пеллет гидрофобизатором с помощью пневматического распыления с расходом 0,2% позволяет снизить равновесную сорбционную влажность при относительной влажности воздуха  $98 \pm 0,5\%$  с 9,86–10,55% до 6,7–7,00%

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ISO 12225-2:2021. Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 2: Graded wood pellets.
2. Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности: ГОСТ 24816–2014. – Введ. 01.07.2015. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 7 с.

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИРОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ ЛЬНЯНОГО МАСЛА ПРИРОДНЫМИ ДОБАВКАМИ

В продолжение ранее проведенного исследования [1] была изучена эффективность ингибирования окисления льняного масла природными добавками, представленными в таблице. Образцы льняного масла производства ООО «Лен ОК» (Россия), содержащие измельченные до 1-2 мм добавки в количестве 1 мас. %, хранились в стеклянных пробирках, плотно закрытых пробками, при температуре  $(40 \pm 2)$  °С в термостате без доступа света. Через каждые 10 сут. в течение 40 сут. определяли перекисное число (ПЧ) образцов льняного масла в соответствии с ГОСТ 26593–85 (таблица). В качестве образца сравнения использовали нестабилизированное льняное масло.

Таблица – Перекисное число, период индукции и эффективность ингибирования окисления льняного масла в зависимости от вида добавки и продолжительности хранения образцов

Вид добавки	Перекисное число (ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг)				Период индукции $\tau$ , сут.	Эффективность ингибирования, $\epsilon$
	10 сут.	20 сут.	30 сут.	40 сут.		
Чай каркаде	1,28	0,91	1,31	2,81	106,2	4,5
Розмарин	3,17	2,29	3,56	4,09	70,0	2,9
Базилик душистый	8,74	5,34	1,66	5,46	38,8	1,6
Зеленый чай	5,03	4,02	9,25	11,65	21,90	0,9
Кориандр (семена)	4,04	0,69	1,89	4,76	90,0	3,8
Сурах душистый	2,91	7,71	11,22	30,14	14,3	0,6
Масло без добавок	0,92	2,98	8,57	10,65	23,6	

За период индукции окисления льняного масла с природными добавками принимали время (таблица), необходимое для достижения значения ПЧ, равного 5 ммоль  $\frac{1}{2}$ O/кг, при котором, как правило, происходит изменение органолептических показателей качества льняного масла [2], несмотря на то, что в соответствии с ТР ТС 024/2011 допустимой является величина ПЧ, не превышающая 10 ммоль  $\frac{1}{2}$ O/кг.

Установлено, что использование чая каркаде, розмарина и кориандра позволяет снизить скорость накопления первичных продуктов окисления по сравнению с маслом без добавок, что подтверждается повышением эффективности ингибирования окисления образцов льняного масла при использовании розмарина, кориандра и чая каркаде в 2,9, 3,8 и 4,5 раза соответственно по сравнению с нестабилизированным маслом. Комплекс витаминов А и С, а также флавоноиды, содержащиеся в этих добавках, обуславливают их способность ингибировать процесс образования перекисных соединений в льняном масле, что позволяет использовать их в качестве антиоксидантов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хвин, Д. С. Влияние природных антиоксидантов на степень окисления льняного масла / Д. С. Хвин // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 18–23 апреля 2022 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2022. – Ч. 2. – С. 96–97.
2. Способ стабилизации льняного масла: пат. ВУ10449, МПК (2006) С11В 5/00 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bypatents.com/7-12609-sposob-stabilizacii-lynyanogo-masla.html> – Дата доступа: 07.11.2022.

**ФОТООКИСЛЕНИЕ САЛАТНЫХ СОУСОВ НА ОСНОВЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА  
ПРИ ХРАНЕНИИ**

На окисление масел и продуктов на их основе влияют следующие основные факторы: поступление энергии (световой и/или тепловой), жирнокислотный состав, тип кислорода и минорные компоненты – свободные жирные кислоты, фосфолипиды, термически окисленные соединения, моно- и диацилглицериды жирных кислот, металлы и антиоксиданты.

Фотоокисление происходит в присутствии света, сенсibilизаторов (хлорофилл) и кислорода воздуха, из которого впоследствии образуется синглетный кислород  $^1\text{O}_2$ . Синглетный кислород является нерадикальным электрофилом и реагирует с растительным маслом в местах высокой электронной плотности – кратные связи в молекулах триацилглицеридов.

В связи с наличием в льняном масле линолевой (омега-6) и линоленовой (омега-3) жирных кислот, содержащих две и три кратные связи соответственно, оно в большей степени подвержено окислению по сравнению с другими маслами, используемыми для изготовления салатных соусов.

Цель работы – изучить влияние специй на продолжительность хранения салатных соусов на основе льняного масла в условиях, способствующих протеканию процесса фотоокисления (температура  $(20 \pm 2)$  °С, дневной свет).

В соответствии с ранее разработанными нами рецептурами [1] были изготовлены образцы неэмульгированных соусов на основе льняного масла – «Пикантный», «Винегрет», «Греческий», качество которых оценивали по значениям перекисных чисел (рисунок) и органолептическим показателям.

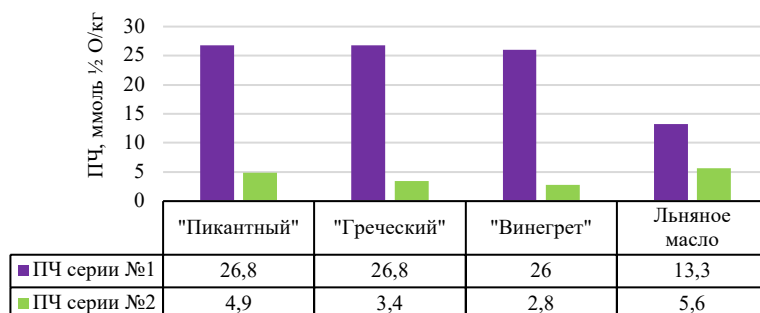


Рисунок – Перекисное число образцов соусов на основе льняного масла через 1 месяц хранения при температуре  $(20 \pm 2)$  °С:

ПЧ серии №1 – без доступа света; ПЧ серии №2 – на свету

На основе полученных результатов были сделаны следующие выводы: скорость окисления льняного масла и соусов на его основе при действии дневного света больше в 6–10 и 2,5 раза соответственно по сравнению со скоростью их окисления без доступа света; льняное масло, содержащее специи, окисляется в 2 раза быстрее, чем масло без добавок.

Таким образом, дневной свет является более значимым фактором окисления льняного масла и соусов на его основе при хранении по сравнению с температурой. Важно отметить, что специи, добавленные в льняное масло, способствуют ускорению процессов его окисления, что необходимо учитывать при разработке рецептов соусов на основе льняного масла, выборе потребительской упаковки и условий их хранения после вскрытия.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кислякова, А. А. Разработка рецептов неэмульгированных соусов на основе льняного масла / А. А. Кислякова // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 18–23 апреля 2022 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2022. – Ч. 2. – С. 94–95.

**КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ НОВОГО ТИПА**

Химические источники тока (ХИТ), в которых химическая энергия непосредственно и эффективно преобразуется в электрическую, собирают на основе химических гальванических элементов без переноса (ХГЭ БП) [1]. Первое (ХГЭ) позволяет добиться высокого значения электродвижущей силы (ЭДС) и, как следствие, высокого выходного напряжения, второе же (БП) обеспечивает простоту конструкции. Концентрационные гальванические элементы (КГЭ) характеризуются значительно более низкими, чем ХГЭ, значениями ЭДС, однако могут быть изготовлены из более дешевых и доступных компонентов, что является их несомненным достоинством. На базе электродов 1-го рода (например, медного), можно изготовить только КГЭ СП (элемент А) ( $m_1 < m_2$ ) [1].



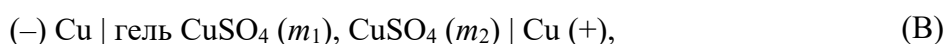
включающий два раствора, разделенных соевым мостиком и имеющий поэтому более сложную конструкцию. Элемент А термодинамически устойчив и может существовать длительное время.

Диффузия ионов в жидких средах протекает с конечной скоростью, что дает возможность изготовить КГЭ «БП» (элемент Б)



в котором оба раствора – насыщенный ( $m_2$ ) и разбавленный ( $m_1$ ) – находятся в одном сосуде, причем внизу расположен более плотный насыщенный, а сверху – менее плотный разбавленный. Элемент Б неустойчив, поскольку в результате диффузии концентрация  $\text{CuSO}_4$  во всем объеме сосуда со временем выровняется и ЭДС этого элемента станет равной нулю.

Поместив разбавленный раствор ( $m_1$ ) сульфата меди (II) в гель желатина, можно собрать другой КГЭ «БП» (элемент В)



который, строго говоря, не является термодинамически устойчивым, однако, как и элемент А, может существовать довольно длительное время.

Нами были сконструированы ГЭ А–В и измерены значения их ЭДС (отношение концентраций  $m_2/m_1 \approx 10^4$ ,  $E_{\text{ГЭ,т}} \approx 0.12$  В). В случае КГЭ СП (элемент А)  $E_{\text{ГЭ,А}} \approx 0.11$  В и, в целом, не изменялась в течение 5 дней. Для элемента Б в течение первых двух дней  $E_{\text{ГЭ,Б}}$  составила около 0.03 В, после чего в течение 3-х дней экспоненциально уменьшалась до 0.01 В. КГЭ «БП» (элемент В) демонстрировал устойчивое значение ЭДС ( $E_{\text{ГЭ,В}} \approx 0.11$  В), которое в течение пяти дней практически не изменялось.

Таким образом, использование гелевой матрицы, содержащей разбавленный раствор сильного электролита, дает возможность на базе электродов 1-го рода сконструировать КГЭ «без переноса» нового типа, характеризующийся устойчивым во времени значением ЭДС. Величина ЭДС единичного элемента В невелика и не позволяет использовать его на практике, однако, собрав батарею из таких элементов (например, в количестве 10–15 штук), можно получить источник тока, ожидаемое выходное напряжение которого (1.0–1.5 В) будет достаточным для запитывания электрических устройств или приборов малой мощности. Достоинством элемента В (и батареи на его основе) является то, что создать их можно, используя доступные и относительно недорогие материалы и химические реактивы.

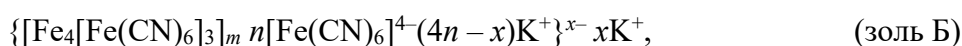
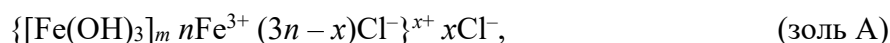
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Клындюк, А.И. Физическая химия: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / А.И. Клындюк, Г.С. Петров, Е.А. Чижова. – Минск: БГТУ, 2013. – 300 с.

**ОЧИСТКА НЕОРГАНОЗОЛЕЙ МЕТОДОМ ДИАЛИЗА**

В соответствии с теорией устойчивости и коагуляции дисперсных систем Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека, устойчивость неорганозолей обеспечивается за счет электростатического фактора и зависит от величины электрокинетического потенциала их частиц ( $\zeta$ ) и толщины диффузного слоя ( $\lambda$ ) [1]. Изменять эти параметры можно, например, варьируя концентрации электролитов (индифферентных и неиндифферентных) в неорганозолях (гидрозолях). Эффективным способом повышения устойчивости гидрозолей является их очистка при помощи диализа, в результате которой снижается ионная сила дисперсионной среды, что должно привести к росту  $\lambda$  и  $\zeta$ -потенциала коллоидных частиц гидрозолей.

В настоящей работе изучено влияние очистки гидрозолей при помощи диализа на их электрокинетические свойства и агрегативную устойчивость. В качестве модельных объектов были выбраны гидрозоли гидроксида железа (III) (золь А), полученного путем гидролиза раствора  $\text{FeCl}_3$ , берлинской лазури, полученного по реакции обмена при избытке  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , выступающего в роли электролита-стабилизатора (золь Б), и диоксида марганца, полученного при помощи окислительно-восстановительной реакции (золь В). Структурные единицы гидрозолей (СЕГ) А–В имели следующее строение:



Диализ гидрозолей осуществляли, используя дистиллированную воду и целлофановую мембрану (соотношение объемов гидрозоля и дистиллированной воды – 1 : 8). Для ускорения диализа и повышения его эффективности используемую дистиллированную воду заменяли трижды. Ход диализа контролировали кондуктометрически, периодически измеряя при помощи кондуктометра Марк 603 электропроводность пермеата и ретентанта. Значения  $\zeta$ -потенциала гидрозолей до и после диализа определяли при помощи метода макроэлектрофореза [2], а их агрегативную устойчивость оценивали по величинам порогов медленной ( $\gamma_m$ ) и быстрой коагуляции ( $\gamma_6$ ), которые определяли по методике, описанной в [3] (в качестве электролита-коагулятора использовали  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

В результате проведенных исследований было установлено, что диализ приводит к ожидаемому увеличению абсолютных значений  $\zeta$ -потенциалов (зарядов коллоидных частиц) гидрозолей А–В, а также к обусловленному этим возрастанию величин  $\gamma_m$  и  $\gamma_6$ . Таким образом, полученные в работе результаты указывают на эффективность диализа как метода повышения агрегативной устойчивости неорганозолей.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Клындюк, А. И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие / А. И. Клындюк. – Минск: БГТУ, 2011. – 317 с.
2. Поверхностные явления и дисперсные системы. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов химико-технологических специальностей / А. И. Клындюк [и др.]. – Минск: БГТУ, 2022. – 79 с.
3. Поверхностные явления и дисперсные системы: лабораторный практикум для студентов химико-технологических специальностей / А.А. Шершавина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2005. – 104 с.

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ДЕФИЦИТНЫХ ПО КАТИОНАМ ФАЗ  
NdBa(Fe,Co,Cu)<sub>2</sub>O<sub>5+δ</sub> КАК ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ТОТЭ**

Кислороддефицитные двойные перовскиты типа LnBaMe'Me''O<sub>5+δ</sub> (Ln = Y, редкоземельный элемент (РЗЭ), Me', Me'' – Mn, Fe, Co, Ni, Cu) представляют интерес в качестве основы для разработки новых материалов различного назначения [1], в том числе электродных материалов для ТОТЭ [2], поскольку содержат подвижный кислород и обладают комплексом уникальных электротранспортных свойств.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния дефицита катионов на структуру и свойства слоистого перовскита NdBaFeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub>.

Образцы состава Nd<sub>0.90</sub>BaFeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub>, Nd<sub>0.95</sub>BaFeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub>, NdBaFeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub>, NdBa<sub>0.95</sub>FeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub>, NdBa<sub>0.90</sub>FeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub> получали по стандартной керамической методике из Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (НО–Л), BaCO<sub>3</sub> (ч), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ос.ч. 2–4), Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (ч) и CuO (ч.д.а.) в течение 40 ч на воздухе при 1173 К, затем после промежуточного перетирания и прессования спекали при 1273 К на воздухе в течение 10 ч.

После заключительной стадии синтеза все образцы, в пределах погрешности РФА, были однофазными, а их структура соответствовала структуре NdBaFeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub> с параметрами кристаллической ячейки  $a = 0.3914–0.3927$  нм,  $c = 0.7696–0.7726$  нм, которые несколько увеличивались при создании дефицита катионов неодима.

Полученные керамические образцы имели кажущуюся плотность 6.06–6.39 г/см<sup>3</sup>, что составляет 90–96% от рентгенографической, при этом создание дефицита катионов неодима и бария приводило к снижению пористости.

Индекс кислородной нестехиометрии  $\delta$ , определенный с помощью йодометрического титрования, составил 0.68–0.81. Согласно результатам термического анализа образцы катиондефицитных перовскитов были термически стабильны вплоть до температур  $T = 685–745$  К, при которых наблюдалась небольшая потеря массы (0.4–0.6%), обусловленная выделением из образцов слабосвязанного кислорода ( $\delta$ ).

На температурных зависимостях относительного удлинения для нагрева–охлаждения практически отсутствовал гистерезис, данные, полученные в ходе неоднократного термоциклирования, сходились между собой, а средний коэффициент линейного термического расширения для керамики NdBa<sub>0.95</sub>FeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub> в интервале температур 300–1000 К составил  $15.9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Величина удельной электропроводности ( $\sigma$ ) образцов, измеренной на воздухе четырехконтактным методом, возрастала от 0.21–0.46 См/см при 300 К до 39.1–59.2 См/см при 1000 К. Дефицит катионов приводил к росту значения электропроводности при повышенных температурах, за исключением образца Nd<sub>0.90</sub>BaFeCo<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>O<sub>5+δ</sub>, для которого  $\sigma$  была ниже, чем для базового состава. Энергия активации проводимости, рассчитанная из линейных участков зависимости  $\ln(\sigma \cdot T) = f(1/T)$ , составляла 0.281–0.308 эВ, несколько снижаясь для катиондефицитных образцов. Все полученные керамические образцы являлись проводниками  $p$ -типа, величина коэффициента термо-ЭДС которых с ростом температуры снижалась от 180–200 мкВ/К при 300 К до 43–62 мкВ/К при 1000 К.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Klyndyuk, A.I. Perovskite-Like Oxides 0112 Type: Structure, Properties, and Possible Applications/ A.I. Klyndyuk// in: Advances in Chemistry Research. V. 5. Ed. By J.C. Taylor. – Nova Science Publishers, New York. 2010. – P. 59–105.

2. Layered oxygen-deficient double perovskites as promising cathode materials for solid oxide fuel cells / A.I. Klyndyuk [et al.] // Materials.– 2022.–Vol. 15, N1.– P. 141.

**КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ТУИ ЗОЛОТИСТОЙ**

При разработке эффективных фитопрепаратов направленного действия особый интерес вызывают эфирные масла хвойных растений, обладающие высокой и разнообразной биологической активностью. Анализ литературных данных показывает, что качественный и количественный состав хвойных эфирных масел существенно зависит от географических и климатических условий произрастания деревьев.

Цель настоящего исследования – установление особенностей компонентного состава эфирного масла туи золотистой, культивируемой в Республике Беларусь.

Объектами исследования являлись образцы эфирного масла, выделенные из шишек и охвоенных концов длиной 20–30 см растений *Thuja occidentalis* «Aurea Golden». Растительное сырье было собрано в Минском районе в осенний период 2021 г. Эфирные масла получали методом гидродистилляции.

Для установления компонентного состава образцов эфирного масла туи использовали газовый хроматограф «Хроматек-Кристалл», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой Cyclosil B (30 м×0,32 мм×0,25 мкм). Разделение осуществляли в режиме программирования температуры. Газ-носитель – азот. Объем вводимой пробы цельного эфирного масла составлял 0,1 мкл.

Для идентификации основных компонентов эфирного масла проводили сравнение относительных индексов удерживания (ОИУ) компонентов со значениями ОИУ стандартных образцов терпеновых соединений. В качестве реперных компонентов для расчета ОИУ использовали *n*-алканы C<sub>7</sub>–C<sub>16</sub>.

Для количественного определения идентифицированных компонентов эфирного масла применяли метод внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов.

Качественный состав изученных образцов эфирного масла совпадает, однако по количественному составу они существенно различаются.

Анализ состава образцов эфирного масла туи золотистой позволил обнаружить более 40 компонентов, 25 из которых были идентифицированы. Главными компонентами обоих образцов являлись туйоны с преимущественным преобладанием  $\alpha$ -туйона. Вклад  $\beta$ -туйона в суммарное содержание изомеров туйона составляет  $\approx 15\%$  независимо от вида растительного сырья. Суммарная концентрация туйонов в образце из хвои в 1,5 раза выше, чем в масле из шишек.

Характерной особенностью эфирного масла из шишек является высокий уровень накопления монотерпенов, основной вклад в который вносят  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены. Их суммарное содержание в масле из шишек составляет  $\approx 15\%$ , в то время как в образце из хвои – только  $\approx 3\%$ . Остальные монотерпены представлены в обоих образцах в близких концентрациях.

В исследованных образцах зафиксирована высокая степень накопления фенхона (от  $\approx 9$  до  $13\%$ ), причем его содержание почти в 1,5 раза выше в эфирном масле из хвои.

В эфирном масле из шишек отмечена более высокая интенсивность биосинтеза спиртов и эфиров монотерпенового ряда по сравнению с маслом из хвои. Этот же образец почти в  $\approx 9$  раз обогащен терпинен-4-олом.

В обоих образцах сесквитерпеновые соединения и дитерпены присутствуют в количествах, не превышающих 1%.

На основании проведенных исследований установлены особенности компонентного состава образцов эфирного масла, выделенного из хвои и шишек *Thuja occidentalis* «Aurea Golden», культивируемой в Республике Беларусь.



## ДЕГРАДАЦИЯ СПЛАВА МАГНИЯ AZ31 В РАСТВОРЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРМАНГНАТ-ИОНОВ

Низкая коррозионная устойчивость магния и его сплавов объясняется двумя ключевыми моментами: высокой электроотрицательностью и плохими защитными свойствами естественной поверхностной пленки, образующейся при контакте с агрессивной средой. Эффективным способом повышения коррозионной стойкости изделий из магниевых сплавов является использование растворимых ингибиторов на основе перманганат-ионов. Ионы  $MnO_4^-$ , с одной стороны, являются экологичной альтернативой ингибиторам на основе токсичных соединений хрома(VI). С другой стороны, благодаря переменной валентности марганца использование его соединений в качестве ингибиторов коррозии при повреждении образующейся защитной пленки позволяет реализовать эффект «самозалечивания».

Целью работы было изучение процесса деградации магниевое сплава AZ31 в 0.05 М растворе хлорида натрия в присутствии перманганата калия.

Для определения скорости деградации сплава использовали метод волнометрии, основанный на измерении количества  $H_2$ , выделяющегося при взаимодействии сплава AZ31 с коррозионной средой. Для этих целей использовали установку, состоящую из двух заполненных дистиллированной водой сообщающихся бюреток. К одной из них герметично присоединяли пробирку с раствором NaCl, содержащим 0, 10, 50, 150 мМ  $KMnO_4$ , в который помещали залитый в эпоксидную смолу образец (рабочая зона – 1 см<sup>2</sup>). После окончания эксперимента бюретки приводили к одному уровню. Объем выделившегося водорода определяли как среднее арифметическое изменения уровня жидкости в каждой из бюреток.

Установлено, что при увеличении времени экспозиции образца во всех исследуемых растворах количество выделяющегося водорода постепенно увеличивается (рисунок). В свою очередь, в присутствии  $KMnO_4$  после 24 часов испытаний наблюдается резкое снижение объема выделяющегося водорода. При одинаковом времени испытаний увеличение концентрации перманганат-ионов от 10 до 150 мМ не приводит к существенному уменьшению количества образующегося газа, что объясняется полным экранированием поверхности образца марганецсодержащей защитной пленкой.

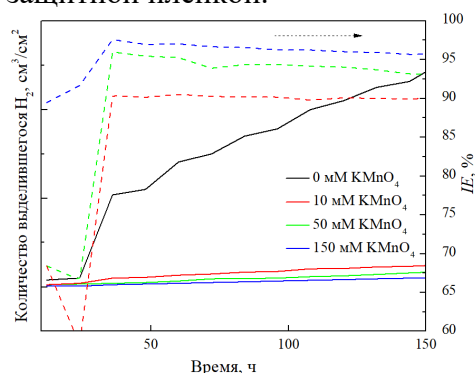


Рисунок – Объем выделившегося  $H_2$  и защитный эффект

Некоторое снижение защитной способности ингибитора в растворах с низким содержанием  $KMnO_4$  (10–50 мМ) при времени экспозиции до 24 часов обусловлено тем, что в этих растворах за такой промежуток времени на поверхности образца не успевает сформироваться сплошная защитная пленка. Рассчитанный защитный эффект после 150 часов экспозиции составляет более 90%. Таким образом, это позволяет установить, что наиболее высокими защитными свойствами обладают покрытия, формируемые в 0.05 М растворах NaCl, содержащих 150 мМ перманганата калия.

**ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИЛАКТИДНОГО ПОКРЫТИЯ НА  
ЛЕГИРОВАННОМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СПЛАВЕ МАГНИЯ**

Магниевые сплавы являются незаменимыми при изготовлении резорбируемых, или биодеградируемых, т.е. постепенно рассасывающихся в организме, имплантатов. Это обусловлено тем, что в содержащей хлорид-ионы слабокислой среде человеческого организма магний и его сплавы постепенно замещаются продуктами остеогенеза – натуральной костной тканью. При этом магний и его сплавы проявляют хорошую биологическую совместимость, а продукты растворения имплантата не являются токсичными для организма и не вызывают нежелательных негативных последствий (токсикоз, аллергические реакции, опухоли и т.д.). Однако без модификации поверхности магний и его сплавы в биологических средах подвергается быстрой коррозии, которая протекает с водородной депполяризацией и может приводить к нарушению механической целостности имплантата до того, как произойдет восстановление костной ткани [1]. Основными подходами для снижения скорости биодеградации магния являются легирование и нанесение на его поверхность функциональных покрытий.

Органические покрытия обеспечивают большую гибкость в отношении химических функциональных групп, которые можно комбинировать на поверхности имплантата. Среди органических покрытий на сплавах магния используют различные биополимеры [2], механические свойства которых сравнимы с мягкими биологическими тканями. Кроме того, полимерные покрытия могут быть носителями различных лекарственных форм [3]. Широкое распространение для биоинженерии получил такой биоразлагаемый и биосовместимый полимер, как полилактид (PLA).

Целью данной работы было получение, изучение качественного и количественного составов, а также оценка защитных свойств полимерного полилактидного покрытия (PLA) на легированном редкоземельными металлами сплаве магния WE43 в растворе, имитирующем среду костной ткани (раствор Хэнка, pH 7.4).

Нанесение на поверхность сплава WE43 PLA покрытия в начальный момент времени приводит к снижению его скорости коррозии в растворе Хэнка в  $\approx 100$  раз. Однако из-за высокой водопроницаемости и низкой адгезии к подложке покрытие не обеспечивает длительной защиты магниевое сплава от коррозии. Экспозиция образца с PLA покрытием в растворе Хэнка в течение 14 часов приводит к деструкции полимера и развитию коррозионных процессов под сформированным покрытием. При этом плотность тока коррозии возрастает с  $1.7 (\pm 0.9) \cdot 10^{-7}$  до  $\approx 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup>, а pH раствора – с 7.4 до 10.2, что соответствует значениям, полученным в ходе аналогичных коррозионных испытаний для исходного сплава WE43.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Cui, L.Y. In vitro corrosion resistance of a layer-by-layer assembled DNA coating on magnesium alloy / L.Y. Cui [et al.] // Applied Surface Science. – 2018. – Vol. 457. – P. 49–58.
2. Alabbasi, A. Polylactic acid coating on a biodegradable magnesium alloy: an in vitro degradation study by electrochemical impedance spectroscopy / A. Alabbasi, S. Liyanaarachchi, M.B. Kannan // Thin Solid Films. – 2012. – Vol.520. – P. 6841-6844.
3. Witte, F. Biodegradable synthetic implant materials. Clinical applications and immunological aspects / F. Witte, T. Callies, H. Windhagen // Orthopade. – 2008. – Vol. 37. – P. 125-130.

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
НАНОЧАСТИЦАМИ  $\text{TiO}_2$  И  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Благодаря ряду уникальных свойств: высокой коррозионной устойчивости, тепло- и электропроводности, пластичности, износостойкости, декоративному виду – медь и ее сплавы широко используются в различных областях промышленности. В последнее время повышенный интерес к меди и ее сплавам вызван их антибактериальной, противогрибковой и противовирусной активностью по отношению к широкому спектру микроорганизмов. Использование контактных поверхностей на основе меди и ее сплавов в спортивных сооружениях, а также учреждениях здравоохранения позволяет не только снизить бактериальную нагрузку, но и уменьшить распространение устойчивых к антибиотикам бактерий в окружающей среде [1]. В настоящее время электрохимические способы нанесения функциональных покрытий являются наиболее широко используемыми в промышленности. Создание композиционных электрохимических покрытий с функцией обратного отклика может служить перспективным направлением в области создания материалов с улучшенными функциональными свойствами. Электрохимические композиционные покрытия (КЭП), как правило, обладают повышенной микротвердостью, износо- и коррозионной стойкостью, а также различными функциональными свойствами, обеспечивающими перспективность их использования в различных областях техники [2].

Целью данной работы является исследование структуры, антибактериальных и коррозионных свойств композиционных электрохимических покрытий на основе медной матрицы, модифицированной частицами  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  и  $\text{TiO}_2$ .

В данной работе в сернокислом электролите получены композиционные электрохимические покрытия на основе медной матрицы, модифицированной фотокаталитически активными частицами  $\text{TiO}_2$  и  $g\text{-C}_3\text{N}_4$ . Установлено, что соосаждение частиц армирующей фазы с медью сопровождается образованием дефектов в ее кристаллической структуре. С помощью, сканирующей электронной, а также оптической микроскопии установлено влияние природы частиц на микроструктуру полученных покрытий. Показано, что частицы  $\text{TiO}_2$  и  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  преимущественно в виде агломератов встраиваются в межзеренное пространство меди. Электрохимические исследования показали, что покрытия  $\text{Cu-TiO}_2$ ,  $\text{Cu-gC}_3\text{N}_4$ , а также  $\text{Cu-gC}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$  характеризуются более низкой коррозионной устойчивостью в 3%  $\text{NaCl}$ , по сравнению с чистой медью. Исследования антибактериальных свойств полученных покрытий показали, что модификация медной матрицы частицами  $\text{TiO}_2$  и  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  способствует существенному улучшению бактерицидных свойств покрытий на основе меди. Таким образом, электрохимические покрытия  $\text{Cu-TiO}_2$ ,  $\text{Cu-gC}_3\text{N}_4$ , а также  $\text{Cu-gC}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$  могут использоваться в качестве биоцидных покрытий на металлических изделиях общего пользования.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Poggio, C. Copper-alloy surfaces and cleaning regimens against the spread of SARS-CoV-2 in dentistry and orthopedics. From fomites to anti-infective nanocoatings / C. Poggio, M. Colombo, C. R. Arciola, T. Greggi, A. Scribante, A. Dagna // *Materials*. – 2020. – Vol. 13. – P. 3244.
2. Kharitonov, D. S. Ultrasonic-assisted electrodeposition of  $\text{Cu-Sn-TiO}_2$  nanocomposite coatings with enhanced antibacterial activity / D. S. Kharitonov, A. A. Kasach, D. S. Sergievich, A. Wrzesińska, I. Bobowska, K. Darowicki, A. Zielinski, J. Ryl, I. I. Kurilo // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2021. – Vol. 75. – P. 105593.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ  
УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТАЛЬ 3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
РАСТВОРИМОГО ИНГИБИТОРА – СМЕСИ ФОСФАТА НАТРИЯ И  
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ**

На современном этапе развития мировой экономики в странах с развитой структурой сельского хозяйства постоянно возрастают объемы производства и потребления минеральных удобрений, в том числе жидких. Следствием этой осязаемой тенденции является необходимость исследований, направленных на разработку эффективных растворимых ингибиторов коррозии углеродистых сталей, применяемых в качестве изготовления емкостей для хранения и транспортировки жидких удобрений. Отметим при этом, что проблема защиты металлических стальных поверхностей была и по-прежнему остается весьма актуальной, несмотря на достаточно большое количество разрозненных исследований в области, охватывающей совокупность научных и прикладных вопросов антикоррозионной защиты стали.

Целью данного сообщения являлось изучение коррозии углеродистой стали марки Сталь 3 на границе раздела фаз электролит–металл, в среде водной карбамида-аммиачной смеси (КАС) в присутствии ингибитора коррозии – 30%-ной смеси этиленгликоля и ортофосфата натрия. Ранее подобные исследования выполнены при изучении свойств трех других ингибиторов коррозии стали в среде КАС – триэтанолamina и ортофосфата натрия [1], а также этиленгликоля, о чем будет также доложено на данной конференции. Совокупность полученных результатов позволит сформировать согласованную сравнительную картину действия изученных ингибиторов и выбрать наиболее оптимальные варианты для контроля процессов коррозии в зависимости от природы ингибиторов и условий их применения.

Методами исследования являлись потенциодинамическая поляризация, электрохимическая импедансная спектроскопия, электронная микроскопия и весовой метод.

Поляризационными исследованиями с использованием метода тафелевской экстраполяции установлено, что в растворе КАС в отсутствие ингибитора плотность тока коррозии составляет  $i_{\text{корр}} = 1.43 \cdot 10^{-4} \text{ А/см}^2$ , а потенциал коррозии  $E_{\text{корр}} = -0,55 \text{ В}$ . При увеличении времени контакта с коррозионной средой от 4 до 120 ч средний весовой показатель коррозии снижается от 0,0548 до 0,0027 г/(м<sup>2</sup>·ч). Введение в систему 30%-ной смеси ортофосфата натрия и этиленгликоля смещает потенциал коррозии  $E_{\text{корр}}$  в область положительных значений и составляет  $-0.43 \text{ В}$ , а плотность тока коррозии уменьшается до  $i_{\text{корр}} = 3.23 \cdot 10^{-5} \text{ А/см}^2$ . Защитный эффект смеси ингибиторов составляет 77,41%. При времени экспозиции образца стали в течение 120 ч средние значения весового и глубинного показателей коррозии составляют соответственно 0,014 г/(м<sup>2</sup>·ч) и 0,016 мм/год. Среднее значение показателя защитного эффекта ингибитора составило 44,47 %, что соответствует уменьшению скорости коррозии углеродистой стали в 2,0 раза. Балл коррозионной стойкости стали при этом равен 4. Это означает, что углеродистая сталь в присутствии смеси данных ингибиторов относится к группе стойких. Среднее значение показателя защитного эффекта ингибитора в течение 120 ч эксплуатации составило 44,8 %, что соответствует уменьшению скорости коррозии в 1,99 раза. Балл коррозионной стойкости стали при этом равен 3. Это означает, что углеродистая сталь в присутствии указанной смеси ингибитора относится к группе весьма стойких.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Афанасенко, Я.А. Исследование процессов коррозионной защиты углеродистой стали марки Сталь 3 с использованием ингибиторов – ортофосфата натрия и триэтанолamina / Я. А. Афанасенко, М. А. Осипенко, И. И. Курило, Г. П. Дудчик // Материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 31 янв.–12 февр. 2022 г.[Электронный ресурс] / БГТУ. – УО «БГТУ». – Минск : 2022. – 373 с. ISBN 978-985-530-987-2. – с. 164–167.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТАЛЬ 3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРИМОГО ИНГИБИТОРА – ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

В настоящее время стальные конструкционные материалы и изделия из них широко используются во многих отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. Поэтому весьма актуальной является проблема антикоррозионной защиты поверхностей стальных конструкций. Применяемые в сельском хозяйстве жидкие минеральные удобрения в больших объемах хранятся и транспортируются в стальных емкостях, внутренняя поверхность которых подвергается существенному коррозионному воздействию со стороны реакционно-активных компонентов удобрений. На протяжении многих лет исследования данной проблемы получен большой экспериментальный материал о возможности подбора и использования химических реагентов – ингибиторов, способных существенно замедлить коррозию металлов и металлических сплавов в различных средах и практически сводить ее скорость к неощутимо малой величине. Однако, нужно отметить, что опубликованный в литературе материал по проблеме антикоррозионной защиты недостаточно систематизирован, нередко разрознен и не всегда основан на современных физико-химических методах исследования. Представленные в этом сообщении результаты являются продолжением серии работ по изучению процессов антикоррозионной защиты углеродистой стали марки сталь 3 в среде растворимого в воде удобрения – карбамида-аммиачной смеси (КАС) с использованием растворимых в воде ингибиторов [1]. Методами потенциодинамической поляризации, электрохимической импедансной спектроскопии, электронной микроскопии и весовым методом изучено антикоррозионное воздействие на углеродистую сталь одного из ингибиторов коррозии – этиленгликоля.

Поляризационными исследованиями с использованием метода тафелевской экстраполяции установлено, что в растворе КАС в отсутствие ингибитора плотность тока коррозии составляет  $i_{\text{корр}} = 1,43 \cdot 10^{-4} \text{ А/см}^2$ , а потенциал коррозии  $E_{\text{корр}} = -0,55 \text{ В}$ . При увеличении времени контакта с коррозионной средой от 4 до 120 ч средний весовой показатель коррозии снижается от 0,0548 до 0,0027 г/(м<sup>2</sup>·ч). Введение в раствор КАС этиленгликоля приводит к снижению плотности тока коррозии углеродистой стали до  $i_{\text{корр}} = 3,52 \cdot 10^{-5} \text{ А/см}^2$  и к увеличению потенциала коррозии  $E_{\text{корр}}$  от значения – 0,55 до – 0,198 В. Увеличение потенциала коррозии подтверждает термодинамически обусловленную возможность ослабления коррозии в присутствии ингибитора. Защитный эффект этиленгликоля составляет 75,38%. Средний весовой показатель коррозии при увеличении времени контакта с коррозионной средой от 4 до 120 ч соответственно снижается от 0,0343 до 0,0028 г/(м<sup>2</sup>·ч). Среднее значение данного показателя для этиленгликоля составило 9,5 %, что соответствует уменьшению скорости коррозии в 1,03 раза. Балл коррозионной стойкости стали при этом равен 4. Это означает, что углеродистая сталь в присутствии этиленгликоля относится к группе стойких.

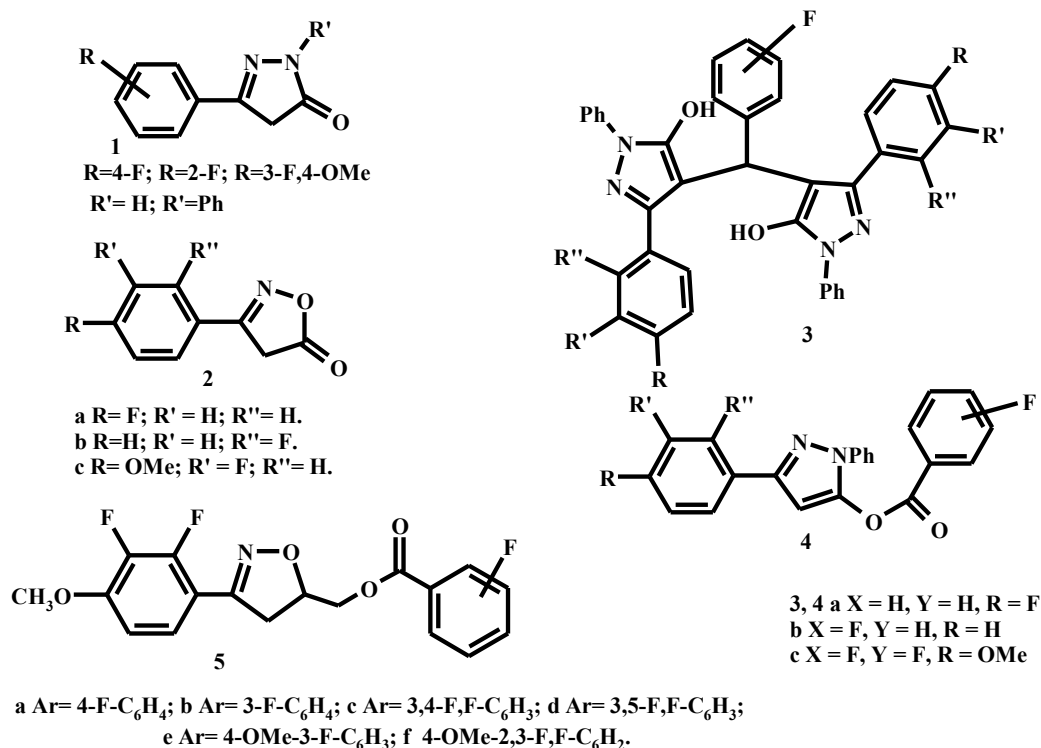
Анализ результатов электрохимической импедансной спектроскопии в виде диаграмм Найквиста, и микрофотографии образцов стали в растворах КАС, содержащих этиленгликоль, подтвердили эти выводы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасенко, Я.А. Исследование процессов коррозионной защиты углеродистой стали марки Сталь 3 с использованием ингибиторов – ортофосфата натрия и триэтаноламина / Я. А. Афанасенко, М. А. Осипенко, И. И. Курило, Г. П. Дудчик // Материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 31 янв.–12 февр. 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – УО «БГТУ». – Минск : 2022. – 373 с. ISBN 978-985-530-987-2. – с. 164–167.

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ АЗОЛОВ И ПОЛУПРОДУКТОВ ИХ СИНТЕЗА

При поиске новых биологически активных соединений нами синтезированы различные фторсодержащие 2-изоксазолины, изоксазолы и пиразолы **1-5**. Для установления структуры синтезированных соединений использовались данные УФ, ИК, ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектров. В данном исследовании нами проведено обобщение спектральных данных необходимых для структурного анализа фторсодержащих азолов.



В качестве примера можно отметить, что для замещенных пиразол-5-онов **1** характерна кето-енольная таутомерия и данные вещества могут существовать в виде 5-гидроксипиразолов. По данным ИК спектров для твердых образцов в таблетках KBr о наличии таутомерных форм судили по наличию интенсивных полос поглощения  $\text{C}=\text{O}$  связи в области  $1620\text{-}1750\text{ см}^{-1}$ . О наличии енольной формы в растворах по данным ЯМР  $^1\text{H}$  спектров судили по наличию синглета  $4\text{-CH}$  в области  $\delta\ 5.90\text{-}6.35$  м.д.

Установлено, что вещества **1** в твердом состоянии существуют преимущественно в виде соответствующих кетонов.

Судя по данным ЯМР  $^1\text{H}$  спектров растворов изученных соединений в дейтеропиридине и дейтеродиметилформамиде более стабильна енольная форма. Для растворов в дейтеродиоксане, дейтероацетонитриле и дейтероацетоне характерно равновесие с преобладанием кетонной формы (от 2:1 до 4:1).

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхимия» (подпрограмма Синтез и направленное модифицирование регуляторов биопроцессов) (Биорегуляторы), задание 2.1 (НИР 8).

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕТАЛАИНОВ В СВЕКЛЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ СОРТОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ, РАЙОНИРОВАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Свекла является овощной культурой, промышленно выращиваемой в РБ и используемой преимущественно в консервной отрасли. Однако, корнеплоды свеклы содержат также пигменты беталаины, что позволяет найти им иное применение. Беталаины – это совокупное название бетаксантинов и бетацианинов. Они являются пигментами преимущественно растительного происхождения, не присутствующими одновременно с антоцианами. Бетацианины имеют красно-фиолетовую, а бетаксантины – жёлтую окраску. Кроме обеспечения окраски беталаины способствуют расщеплению и усвоению белков пищи, участвуют в образовании холина, ингибируют процессы пролиферации раковых клеток, что в свою очередь, даёт возможность использования корнеплодов свеклы в пищевой, косметической промышленности и фармацевтической промышленности [1].

По состоянию на 2022 год согласно [2] выведено 40 сортов столовой свеклы сорта *Beta vulgaris* L, разрешённых к реализации, производству и использованию на территории РБ. В связи с этим, целью работы являлось определение беталаинов в корнеплодах некоторых сортов и гибридов сортов столовой свеклы, районированных на территории Республики Беларусь.

Объектами исследования являлись корнеплоды сортов Веста, Гаспадыня, Прыгажуня, Слава и гибриды сортов N15/3 RC, N33/5 столовой свеклы. Предмет исследования – количественное содержание беталаинов в исследуемых образцах. Сущность метода состоит в фотометрическом определении оптической плотности раствора, содержащего беталаины, предварительно экстрагированные 2% раствором муравьиной кислоты, при 535 нм для бетацианинов,  $\lambda=469$  нм – для бетаксантинов. Результаты экспериментальных исследований (концентрация бетацианинов, в пересчёте на бетанин, и концентрация бетаксантинов – в пересчёте на вульгаксантин I) представлены в таблице.

Таблица – Уровень накопления беталаинов в корнеплодах свеклы (мг/ 100 г)

Наименование сорта/ гибрида сорта	Концентрация бетацианинов	Концентрация бетаксантинов	Концентрация беталаинов
Слава	85,90	19,38	105,28
Гаспадыня	75,79	19,28	95,07
Прыгажуня	101,51	41,95	143,47
Веста	91,63	22,41	114,04
№ 33/5	41,28	13,51	54,79
№ 15/3 RC	21,73	4,54	26,28

Из представленных данных следует, что содержание бетацианинов превышает содержание бетаксантинов во всех исследуемых сортах. Наибольшее содержание беталаинов было определено у сорта Прыгажуня, наименьшее – у гибрида сорта № 15/3 RC. Продукты переработки свеклы ботанических сортов Веста, Гаспадыня, Прыгажуня, Слава можно рекомендовать для использования в пищевой и косметической промышленности в качестве натурального красителя.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бетацианины корнеплодов красной столовой свеклы / И. И. Саенко [и др.] // Научные ведомости. Сер. естеств. науки. – 2012. – № 3 (122). – С.194 – 200 с.
2. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений/ М-во сельского хозяйства и продовольствия РБ, Гос. уч. «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; сост.: Т.В. Семашко, С. А. Любовицкий, Т.В. Савченко, Т.И. Дубовцова, В.С. Царик, Е.М. Лобан, Е.А. Павлович, Е.В. Грибко. – Минск., 2022. – 303 с.

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЯБЛОК

Яблоки – ценное пищевое и лечебное сырье, в которых содержится – 11,3% сахаров, представленных преимущественно фруктозой – 6,5 – 11,2%, глюкозой – 2,5 – 5,5%, сахарозой – 1,5 – 5,3%. Кроме того, в яблоках содержатся пектиновые вещества, водорастворимые и жирорастворимые витамины: А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, С, Е, РР, Р, К<sub>1</sub> и др., наиболее значимые в количественном отношении – это витамины С (от 8 до 60 мг%), В<sub>6</sub>, и Р. Вкусовые качества яблок зависят от соотношения входящих в их состав сахаров и органических кислот. Состав кислот плодов яблоки включает яблочную, хинную, хлорогеновую, щавелевую, муравьиную, масляную, муциновую, хинную, лимонную, янтарную, галактуроновою, аскорбиновую и др. Минеральные вещества яблок включают: калий, кальций, магний, натрий, железо, цинк. Кроме основных метаболитов, в плодах яблони содержится значительное количество веществ вторичного происхождения, которые представлены двумя большими группами – терпеноидами и фенольными соединениями [1].

Известно, что фенольные соединения не синтезируются в организмах животных и человека, а поступают преимущественно из растительной пищи. Фенольные соединения проявляют противовоспалительные, противовирусные, антиканцерогенные, кардиопротекторные и другие свойства. Выраженное терапевтическое действие, высокая физиологическая активность и низкая токсичность растительных полифенолов обуславливают возможность их использования в медицинской и фармацевтической промышленности. Именно этот аспект вызывает повышенный интерес к изучению содержания различных фракций фенольных соединений исследователями и практиками.

В естественном состоянии растительную продукцию сложно полностью реализовать потребителю. Для увеличения сохранности продукта применяют различные виды термической обработки. Поэтому, целью данной работы являлось исследование влияния различных режимов термообработки на изменение фенольных веществ яблок, районированных на территории Республики Беларусь. Объектами исследования были яблоки сортов «Ауксис» и «Антоновка обыкновенная». Вещества, входящие в состав яблок, делятся на растворимые в воде (сахара, многоатомные спирты, пентозаны, пектин, органические кислоты, витамины, ферменты, некоторые азотистые, красящие, минеральные вещества) и нерастворимые в воде (целлюлоза, гемицеллюлозы, крахмал, соли органических кислот, нерастворимые азотистые и некоторые красящие вещества). В плодах исследовали содержание растворимых сухих веществ по ГОСТ ISO 2173, массовую долю влаги – ГОСТ 28561. Определение общего содержания фенольных соединений проводили спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чокальтеу (*Folin-Ciocalteu*), содержащий в своем составе фосфовольфрамовые и фосфомолибденовые гетерополиокислоты, которые восстанавливаются фенольными соединениями в щелочной среде. Это приводит к образованию комплекса синего цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна количеству фенольных соединений. В результате проведенных испытаний были получены следующие данные о потере фенольных веществ яблок: при обработке водой и паром при температуре выше 85 °С – от 80%, при лиофилизированной сушке – до 20%, при конвективной сушке – до 60%.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено различие между различными режимами термообработки растительного сырья. Определено, что лиофилизированная сушка способствует максимальному сохранению фенольных соединений яблок, а добавление натурального антиокислителя снижает потери фенольных веществ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ломачинский, В.А. Безопасность и качество продуктов переработки плодов и овощей / В.А. Ломачинский, С.Ю. Гельфанд, Э.В. Дьяконова; под ред. В.А. Ломачинского. – М., 2007. – 384 с.



**ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ**

Дистиллированная вода – вода, которая очищена от растворённых в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей путём дистилляции. Она представляет собой бесцветную, прозрачную жидкость, которая не имеет запаха.

Дистиллированная вода используется в разных отраслях:

– *научная деятельность*. Применяется для калибровки измерительных приборов: рН-метры, ионометры, рефрактометры и прочие, а также для приготовления растворов и ополаскивания лабораторной посуды;

– *медицина*. На ее основе готовят лекарственные препараты, в том числе и инъекционные растворы;

– *автомобили*. Используется в аккумуляторах машин, а также в стеклоомывателях;

– *бытовая техника*. Жидкость используется для аквариумов, системы полива, заливается в утюги, что позволяет при глажке не оставлять накипи.

Учитывая вышесказанное, характеристики качества дистиллированной воды важны для результативности процессов различных отраслей деятельности человека.

В Республике Беларусь действуют два технических нормативных правовых акта, устанавливающих требования к дистиллированной воде: ГОСТ 6709–72 «Вода дистиллированная. Технические условия» и ГОСТ ISO 3696–2013 «Вода для лабораторного анализа. Технические требования и методы контроля». Первый документ распространяется на воду, полученную в перегонных аппаратах, и применяется для анализа химических реактивов и приготовления растворов реактивов, второй – устанавливает требования к воде трех степеней чистоты, используемой для лабораторного анализа неорганических химических веществ.

Цель работы – оценка характеристик качества дистиллированной воды, отобранной в учебных лабораториях БГТУ. Для эксперимента были взяты пробы воды с разных лабораторий университета, представляющих кафедры промышленной экологии (1), физической, коллоидной и аналитической химии (2), биотехнологии (3) и химической переработки древесины (4). Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Результаты экспериментальной оценки характеристик качества дистиллированной воды

Показатели	Номер пробы				Норматив (ГОСТ 6709–72)
	1	2	3	4	
рН	5,9	6,0	6,3	5,9	5,0–7,5
Содержание окисляемого вещества	+	+	+	+	Наличие окраски пробы
Масса сухого остатка, мг	0,3	0,4	0,4	0,4	не более 2,5

Полученные результаты свидетельствовали о соответствии воды дистиллированной, используемой в химических лабораториях БГТУ, требованиям действующих ТНПА.

**ОЦЕНКА ЛИНЕЙНОСТИ ГРАДУИРОВОЧНОГО ГРАФИКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУТАМАТА НАТРИЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Пищевые добавки – это вещества, добавляемые в продукты питания для обеспечения их безопасности, сохранения или улучшения вкуса, консистенции или внешнего вида, увеличения срока хранения,

На сегодняшний день одной из самых распространённых пищевых добавок является глутамат натрия (Е621). Его потребление в мире достигло 200 тысяч тонн в год. Применение глутамата натрия в производстве продуктов питания основано на его свойстве усиливать, «освежать», «оживлять» природные вкусовые свойства пищевых продуктов, ослабленные в процессе технологической обработки и хранения.

В настоящее время в научно-технической литературе имеется информация о следующих методах определения глутамата натрия:

- ВЭЖХ;
- тонкослойная хроматография;
- биосенсорный;
- капиллярный электрофорез;
- вольтамперометрия;
- поляриметрия;
- спектрофотометрия;
- титриметрия (в неводной среде).

Для реализации большинства перечисленных методов необходимо дорогостоящее оборудование и реактивы. Применение неводного титрования требует соблюдение жестких условий при проведении эксперимента, а также присутствует высокий риск токсического воздействия растворителей на организм человека [1].

Таким образом, актуальным остаётся вопрос разработки простой, доступной и безопасной методики количественного определения глутамата натрия.

Цель работы – определение рабочего линейного диапазона методики определения глутамата натрия фотометрическим методом.

Фотометрический метод основан на измерении поглощения излучения УФ- и видимого диапазона веществом, находящимся в молекулярном состоянии [2].

Объектом исследования в данной работе являлась пищевая добавка глутамат натрия (Е621).

Для определения линейности градуировочного графика готовили пять растворов с известной концентрацией (0,0005; 0,005, 0,01, 0,02, 0,025 моль/дм<sup>3</sup>) и измеряли оптическую плотность в каждой точке. Для оценки линейности установили критерий корреляции  $R^2 \geq 0,98$ . По полученным данным строили график зависимости концентрации от оптической плотности.

В ходе проведения эксперимента в установленном диапазоне были получены значения корреляции: 0,8832; 0,9195, 0,9389, 0,8983.

Исходя из полученных результатов требуется сужение диапазона и проведение дальнейших исследований.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кислотно-основное титрование в водных, водно-органических и неводных средах. Применение в фармацевтическом анализе // Хелпикс [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://helpiks.org/8-37764.html>. Дата доступа: 09.07.2016.

2. Глоба И.И. Хроматографические и спектральные методы анализа: учеб. пособие / И.И. Глоба, С.А. Ламоткин. – Минск: Изд-во БГТУ, 2004. – 354 с.

**СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *PINUS SILVESTRIS* L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ОАО «МИНСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»**

Сосновые насаждения занимают 50,4% от лесов республики. Сосна обыкновенная *Pinus silvestris* L. является первой по значимости хвойной породой в видовом составе лесов Республики Беларусь [1]. Одним из направлений переработки биомассы сосновых насаждений является получение широкого спектра экстрактивных веществ и, в частности, эфирного масла, которое широко используется в фармацевтической, косметологической и парфюмерной отраслях промышленности [2].

Химический состав эфирного масла определяет качество выпускаемой продукции. При этом существенное влияние на состав масла оказывает значительное количество факторов (сезонность, климатические условия и т.д.) и в том числе экологическая обстановка в местах произрастания.

В связи с этим целью настоящей работы был анализ состава эфирного масла сосны обыкновенной, произрастающей под воздействием техногенных факторов.

В Минске находится более 1300 предприятий, выбросы которых поступают в воздушный бассейн города. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2021 году в результате производственной деятельности предприятий выделено 84,2 тыс. тонн загрязняющих веществ. Наибольшее влияние на экологическую обстановку не только своих районов, но и города в целом оказывают такие предприятия как ОАО «Минский тракторный завод», Минская ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 РУП «Минскэнерго», Минские тепловые сети, КУПП «Минскводоканал», «Минский автомобильный завод», ОАО «Минский моторный завод», ОАО «Минский завод отопительного оборудования». Суммарные выбросы этих предприятий превышают 74% всех выбросов загрязняющих веществ по городу. Если же рассматривать стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха в пределах административных районов, то традиционно «лидерами» по объему выбросов загрязняющих веществ выступают предприятия Заводского, Партизанского и Фрунзенского районов [3]. Для того, чтобы выявить влияние техногенных факторов на сосну обыкновенную, отбор проб древесной зелени производили в Заводском районе г. Минска вблизи ОАО «Минский тракторный завод».

Хроматографический анализ эфирного масла выполняли на хроматографе Кристалл 5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой 100%-ым диметилсилоксаном.

Выделенное сосновое масло представляло собой жидкость светло-жёлтого цвета с древесно-хвойным запахом и жгучим вкусом, плотностью 0,897-0,906.

Методам ГЖХ было идентифицировано и количественно измерено порядка 25 компонентов. Основными компонентами являются 3-карен,  $\alpha$ -,  $\beta$ -пинен, мирцен, камфен, лимонен, кариофиллен, на их долю приходится более половины от общего содержания компонентов эфирного масла. Процентное содержание монотерпенов, кислородпроизводных терпенов, сесквитерпенов – 75%, 3% и 17% соответственно. Высокое содержание этих компонентов в эфирном масле сосны обыкновенной позволяет использовать его в качестве сырья в фармацевтической и косметической промышленности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Мележ, В.С. Охрана окружающей среды в Беларуси / В.С. Мележ. – Минск: М-во статистики и анализа Респ. Беларусь, 2007. – 206 с.
2. Ткаченко, К.Г. Эфиромасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения / К.Г. Ткаченко // Вестник Удмуртского университета. – 2011. – № 1. – С. 88–100.
3. Логинова, В.Ф. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / В.Ф. Логинова, О.О. Новиков – Минск : БГУ, 2021. – 95 с.

**СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ *PICEA ABIES L. KARST*,  
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ПРЕДПРИЯТИЮ  
ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Известно, что леса играют важную биосферную роль, а ель в нашей стране является одной из основных лесообразующих и второй по значимости хвойной породой. Еловые насаждения *Picea abies L. Karst* занимают 9,6% от лесов Республики Беларусь.

Одним из направлений комплексной переработки биомассы еловых насаждений является получение широкого спектра экстрактивных веществ, которыми являются эфирные масла. Их состав существенно зависит от экологических условий произрастания растений. В условиях города в атмосферный воздух выбрасывается огромное количество токсичных газообразных и пылевидных соединений, которые неблагоприятно воздействуют на рост и развитие растений. Чем выше загрязнение атмосферного воздуха, тем большее количество твёрдых примесей оседает на хвое. В связи с этим, важной задачей является контроль за состоянием лесов, ведь на территории республики сосредоточено значительное количество промышленных объектов, оказывающих неблагоприятное воздействие на экологическую обстановку [1,2].

Целью данной работы было исследование состава эфирного масла ели, произрастающей на территории, прилегающей к предприятию тяжёлого машиностроения, и оценка того, как это сказывается на качество сырья.

Древесную зелень ели отбирали с деревьев 50-60 летнего возраста в октябре месяце на загрязнённой выбросами территории. Экологическая обстановка на близлежащих к ОАО «Минский тракторный завод» территориях наименее благоприятна для произрастания растений, а техногенная нагрузка максимальна. Эфирное масло выделяли из древесной зелени методом гидродистилляции, а выход определяли вольюметрически.

Хроматографический анализ выполняли на хроматографе Кристалл 5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой – 100 %-ным диметилсилоксаном. Идентификацию отдельных компонентов осуществляли с использованием эталонных соединений, а также на основании литературных данных по индексам удерживания [3].

Анализ хроматограмм позволил идентифицировать и количественно измерить порядка 25 компонентов, основными из которых являлись  $\alpha$ -пинен (7,41%), камфен (14,27%),  $\beta$ -пинен (4,59%), мирцен (4,70%),  $\alpha$ -терпинен (3,49%), 1,8-цинеол (7,69%), лимонен (14,34%), терпинолен (1,30%), камфора (2,94%), борнеол (5,28%), тепринен-4-ол (1,25%),  $\alpha$ -терпинеол (2,95%), метилтимол (1,29%), борнилацетат (14,52%), терпинилацетат (1,30%).

Полученные данные свидетельствуют о различии процентного соотношения компонентов, в сравнении с эталоном, что указывает на влияние степени загрязнения древесной зелени. Однако качественный состав эфирного масла остается постоянным. В связи с этим, различие экологических условий произрастания елей в местах отбора образцов хвои позволяет использовать эфирное масло ели европейской в качестве стабильного источника сырья для предприятий фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвейко А. П. Основы рационального и комплексного использования лесных ресурсов Республики Беларусь // Лесная наука на рубеже XXI века: сб. науч. тр. Гомель, 1997. Вып. 46. – С. 61–63.

2. Сарнацкий, В. В. Ельники: формирование повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В. В. Сарнацкий. – Минск: Тэхналогія, 2009. – 334 с.

3. Comparison of terpen composition in Engelmann spruce (*Picea Engelmann*) using hydrodistillation, SPME and PLE / M. Mardarowicz [et al.] // A journal of biosciences. 2004. – P. 641–648.

**МЕТОД ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ  
ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ МОЛОКА**

Молоко – это эмульсия жировых капель в водном растворе углеводов, минералов и нескольких белков, наиболее распространенным из которых является казеин. Казеин образует в растворе мицеллы, диаметр которых колеблется от 0,1 до 0,2 мкм. Молочный жир присутствует в молоке в виде капель диаметром от 1 до 10 мкм с максимумом около 4 мкм. В процессе транспортирования и хранения молока может происходить отстаивания жира с образованием слоя сливок, что обусловлено всплыванием на поверхность крупных жировых шариков вследствие меньшей плотности по сравнению с плотностью плазмы молока. Чтобы исключить эти процессы молоко подвергается гомогенизации, которая заключается в дроблении жировых шариков путем механического воздействия. Для оценки эффективности гомогенизации используют различные методы: центрифугирования, микроскопии, оптический, ультразвуковой и др. Перспективным является метод лазерной дифракции. Этот метод позволяет на основании применимой модели светорассеяния получить информацию о распределении частиц по размеру путем измерения интенсивности светорассеяния и определения ее зависимости от угла рассеяния, длины волны и поляризации света. Это абсолютный метод, не требующий калибровки. Лазерная дифракция обладает рядом преимуществ, включая простоту и быстроту измерений, высокую воспроизводимость и широкий динамический диапазон размеров, охватывающий почти пять порядков величины: от нанометров до миллиметров.

Цель работы – оптимизировать условия проведения измерений размеров жировых шариков молока методом лазерной дифракции. Измерения проводили на лазерном анализаторе «Analysette 22» фирмы Fritsch. При проведении измерений важным условием является подготовка пробы. Молоко помимо жировых шариков содержит мицеллы казеина и агрегаты жир/белок, которые могут рассеивать свет. Для устранения влияния казеина его необходимо разрушить, для чего можно использовать химические реагенты, такие как щелочь, аммиак, кислоты, органические растворители и др. Для дезинтеграции жировых шариков необходимо также использовать эмульгатор [1]. Проведенные нами предварительные исследования показали, что для исключения влияния образовавшейся пены необходимо использовать также пеногаситель. Таким образом, был приготовлен раствор реагентов состоящий из этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б) и эмульгатора твин 80. Кислотность была отрегулирована до pH 10 с помощью 0,1 м гидроксида натрия. Перед анализом 2 мл молока жирностью 3,2 % купленного в магазине смешивали с 2 мл раствора агентов и 10 мл воды дистиллированной воды и добавляли 1 каплю пеногасителя. Небольшой объем образца диспергировали в блоке для образцов лазерного дифрактометра. В результате было получено распределение жировых шариков молока по размерам. Из распределения частиц по размерам можно извлечь несколько значений: среднее значение момента объема  $D[4;3]$ , среднее значение момента площади поверхности  $D[3;2]$  и др. Установлено, что для расчетов формирования слоя сливок в молоке объемная доля жира, достигшего слоя сливок через определенное время, пропорциональна диаметру  $D[5;3]$ , полученному из распределения частиц по размерам. Рассчитанное значение среднего диаметра  $D[5;3]$  у исследованного образца молока составило 2,421 мкм.

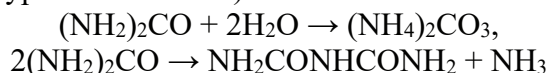
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Measurement of homogenisation efficiency of milk by laser diffraction and centrifugation/ Eva Ransmark [and. etc] // International Dairy Journal. – September 2019. – V.96. – P. 93-97.

## КОНТРОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ДЛЯ РАСТЕНИЙ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДА

Биурет (амид аллофановой кислоты) является побочным продуктом при производстве удобрения мочевины (карбамида), может образоваться в большом количестве при нарушениях технологических параметров производства. Нормальное количество в карбамидном удобрении примеси биурета – это менее 1%. Больше содержание биурета будет угнетающе действовать на растительный организм и негативно сказываться на урожае.

Современное производство карбамида осуществляется по схемам с полным жидкостным рециклом и стриппинг-процессом, сущность которого заключается в том, что разложение карбамата аммония осуществляется непосредственно в плаве за счет продувки аммиаком или диоксидом углерода. Давление в стриппинг-процессе поддерживается на уровне давления синтеза. В процессе дистилляции и выпарки происходит частичный гидролиз карбамида (в растворе при температуре выше 80 °С) и его трансформация с образованием биурета (в плаве при температуре выше 130 °С):



Биурет в концентрациях более 3 % угнетает развитие растений, поэтому его содержание в продукте строго нормируется и согласно ГОСТ 2081–2010 и не должно превышать 1,4 %. По этой причине, с целью предотвращения выпуска некондиционной продукции, аналитическими лабораториями ОАО «ГродноАзот» проводится ежедневный контроль за содержанием биурета в процессе производства и в готовом продукте. Для оценки стабильности процесса производства выполняется ежемесячная статистическая обработка данных. Это позволяет наглядно проследить тенденцию к ухудшению или улучшению качества карбамида в течение года, управлять технологическими процессами, выявлять и устранять причины несоответствий.

Обобщенные результаты контроля содержания биурета в карбамиде гранулированном и карбамиде приллированном по годам, в течение последних десяти лет представлены на рисунке.

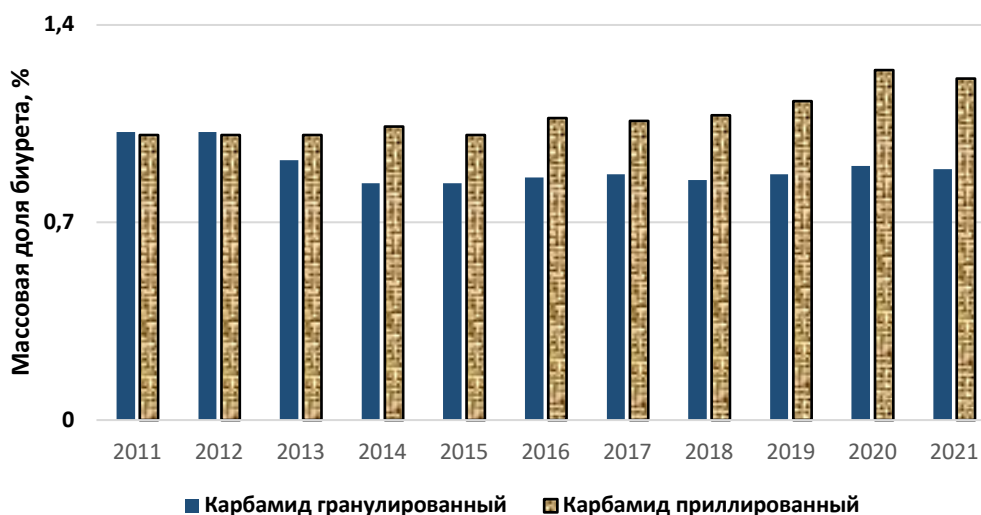


Рисунок – Содержание биурета в карбамиде

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод о том, что в карбамиде гранулированном обнаружено содержание биурета меньше, чем в карбамиде приллированном, это связано с нерегулярным производством карбамида в данной форме.

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В МЯТЕ ПЕРЕЧНОЙ

Полифенолы – класс химических соединений, характеризующихся присутствием более чем одной фенольной группы в молекуле. Их роль в поддержании здоровой жизнедеятельности неоспорима, так как фенольные соединения не синтезируются в организмах животных и человека, а поступают преимущественно из растительной пищи. Фенольные соединения являются мощными антиоксидантами. Они помогают бороться с повреждениями клеток, которые им наносят свободные радикалы. Благодаря этой защитной функции клетки получают защиту от окисления и старения. В том числе полифенолам приписывают профилактическое действие, помогающее защитить организм от некоторых форм рака, а также от воспалительных, сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваний. Все эти свойства делают их достойными внимания промышленности, в том числе в контексте изготовления лекарственных препаратов и БАД.

Перечная мята (лат. *Méntha piperíta*) – один из самых распространённых и доступных видов растительного сырья, повсеместно используемого в фармацевтической и пищевой промышленности. В мяте содержится эфирное масло (2,4–2,75 % в листьях, в соцветиях 4–6 %), каротин (0,007–0,0075 %, в листьях 0,0105–0,012 %), глюкоза, рамноза, гесперидин, аскорбиновая (0,0095 %), хлорогеновая (0,7 %), кофейная (0,5–2 %), урсоловая (0,3 %), олеаноловая (0,12 %) и др. кислоты, фитостерины, дубильные вещества, терпеноиды и флавоноиды (эриоцитрин, гесперидин, кемпферол, рутин (0,014 %) и др.

Основными методиками для определения фенольных веществ являются перманганатное титрование по Левенталю, фотометрическое определение с использованием реактива Фолина-Чокальтеу (*Folin-Ciocalteu*), ДМАС метод и метод BSA осаждения. В связи с относительной простотой исполнения, широкое распространение получили первые два метода. Однако при их проведении существует ряд нюансов подготовки проб и проведения испытаний при определении содержания фенольных веществ в различном растительном сырье, влияющих на точность результатов. Поэтому целью данной работы было исследовать содержание полифенольных соединений в мяте перечной титрованием по Левенталю и с применением реактива Фолина-Чокальтеу.

В сухих листьях мяты исследовали массовую долю влаги весовым методом при температуре 105 °С, высушивая до постоянной массы. Определение общего содержания фенольных соединений проводили фотометрическим методом с использованием реактива Фолина-Чокальтеу (*Folin-Ciocalteu*) и методом Левенталю. В первом случае использовали свежеприготовленные по методике реактив Фолина-Чокальтеу и разведенный из закупленного у компании Sigma-Aldrich. Также для количественного определения фенольных веществ в мяте перечной применяли метод Левенталю, который основан на легкой окисляемости различных групп фенольных веществ калия перманганатом в присутствии индигосульфокислоты при комнатной температуре. Индигосульфокислота является индикатором и регулятором протекания реакции.

В результате проведенных испытаний были получены данные, свидетельствующие корреляции результатов определения содержания полифенольных веществ в мяте несколькими методами в различном исполнении, также как и расхождение в их точности, для установления величины которой требуются дополнительные исследования.

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ПОТОЖИРОВЫХ СЛЕДОВ ЧЕЛОВЕКА С  
ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ**

Липиды составляют основную часть сухого остатка потожирового следа (ПЖС) человека. Ранее было установлено, что в течение нескольких месяцев в потожировом веществе могут происходить химические изменения. На основе изменения их состава можно устанавливать давность и подбирать подходящий метод проявления при криминалистической экспертизе.

Цель исследования – оценить изменение состава ПЖС человека методом тонкослойной (ТСХ) и газожидкостной хроматографии (ГЖХ) в течение 7 месяцев.

В качестве объектов исследования служили потожировые следы женщины, оставленные на предварительно очищенном гексаном предметном стекле. Выделение и условия анализа липидов хроматографическими методами описано в [1]. Раз в месяц в течение 7 месяцев методом ТСХ проводился анализ состава потожировых следов рук. В течение 5 месяцев состав не изменялся, регистрировались 4 пятна с показателями:  $R_f=0,89$  – эфиры холестерина,  $R_f=0,76$  – триацилглицериды,  $R_f=0,30$  – жирные кислоты,  $R_f=0,13$  – холестерин. Однако после 6–7 месяцев хранения на ТСХ-пластине регистрировались только 3 пятна с показателями:  $R_f=0,89$  – эфиры холестерина,  $R_f=0,30$  – жирные кислоты,  $R_f=0,13$  – холестерин, то есть зона триглицеридов исчезла, что говорит о том что они гидролизировались до глицерола и жирных кислот, это соответствует литературным данным [2].

Также изменился жирнокислотный состав ПЖС, который был оценен методом ГЖХ в соответствии с условиями, описанными в [1]. Качественная картина хроматографического разделения ПЖС после 4 месяцев хранения характеризуется наличием гомологических рядов метиловых эфиров насыщенных и ненасыщенных (с разной степенью ненасыщенности) жирных кислот с числом атомов углерода в цепи от 4 до 18. Кроме того, в незначительном количестве зарегистрированы алканы и ароматические углеводы. После 7 месяцев хранения алканы и жирные кислоты с 4-мя атомами углерода не идентифицировались, что дает основание предположить, что они разрушились. После 4 месяцев хранения наибольшее количество приходилось на жирные кислоты с содержанием С18 атомов углерода. Больше всего обнаруживалось полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой. После хранения в течение 7 месяцев обнаруживалось наибольшее количество жирных кислот с содержанием С17 и С16 атомов углерода, это может быть связано с тем, что образец в течение хранения подвергся процессу окисления двойных связей жирных кислот, приводящему к разрыву и укорочению углеродной цепи.

Ранее было установлено, что соотношение содержаний олеиновой и стеариновой кислот в ПЖС является определяющим при установлении половой принадлежности следов человека. При хранении образца в течение 4 месяцев это соотношение составляло 0,26, а после 7 месяцев увеличилось до 0,47, что указывает на процесс десатурации стеариновой кислоты с течением времени. Однако это значение меньше 0,6, что указывает на принадлежность ПЖС женщине.

Таким образом, при хранении образца в течение 6–7 месяцев происходит существенное изменение его химического состава, отсутствие на ТСХ-хроматограмме зоны соответствующей триацилглицинам указывает на его давность и дает возможность подобрать соответствующий метод проявления.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Санько, А.Г. Хроматографический анализ потожировых следов человека / А.Г. Санько, О.В. Стасевич // Труды БГТУ. – 2022. – № 2 (259), серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология – С. 191–194.
2. Моисеева, Т.Ф. Комплексное криминалистическое исследование потожировых следов человека / Т.Ф. Моисеева – М., 2000. – С. 82–83.



## АНАЛИЗ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ДИОКСИДА ТИТАНА

Диоксид титана (химическая формула  $TiO_2$ ) – устойчивый к изменению цвета белый краситель и имеющий высокие показатели преломления, используется в производстве лакокрасочных материалов, глазури, эмали, термостойкого и оптического стекла, пластика, ламинированной бумаги, резиновых изделий. В качестве пищевой добавки  $TiO_2$  широко применяется в продуктах питания, косметических и гигиенических средствах, входит в состав оболочек лекарственных средств. Многообразная область применения  $TiO_2$  обуславливают высокую вероятность его воздействия на человека, поэтому необходимо уделять достаточное внимание его содержанию в потребительских товарах [1].

Цель работы – анализ фотометрических методов определения массовой доли диоксида титана в неметаллорудных материалах, используемых для производства керамических изделий, а именно полевошпатовые и кварцполевошпатовые материалы, слюда, диопсид.

Определение диоксида титана в указанных выше материалах можно проводить различными методами, например, фотометрическим, атомно-адсорбционным, спектрофотометрическим, весовым, комплексонометрическим титрованием и др. При этом выбор метода сильно зависит от объекта испытаний.

Для определения массовой доли диоксида титана в неметаллорудных материалах используют фотометрический метод. Он характеризуется измерением интенсивности светового потока в видимом диапазоне, прошедшего через вещество или его раствор. Испытания проводят согласно ГОСТ 26318.5-84. Данный стандарт допускает 2 варианта проведения реакции с  $TiO_2$ , чтобы перевести его в окрашенное в желтый цвет соединение: с диантипириметаном и с перекисью водорода [2].

Метод определения  $TiO_2$  с перекисью водорода основан на образовании комплексного соединения титана с перекисью водорода – перекиси-двугидроокси ( $Ti(OH)_2O_2$ ), поглощающего свет при длине волны 400–450 нм. Однако применение данного метода допускается только при массовой доле диоксида титана в анализируемом материале не менее 0,5 %, что говорит о его низкой чувствительности.

Диантипирилметан (R) является высокоизбирательным и чувствительным реагентом в фотометрии. В кислой среде диантипирилметан с титаном образует окрашенный в желтый цвет комплексный катион  $[TiR_3]^{4+}$ , который поглощает при длине волны 400–450 нм. По своей чувствительности (0,01 мкг/мл) применение диантипирилметана превосходит в 25 раз фотометрический способ определения с перекисью водорода и сравним с методом, где применяется хромотроповая кислота. В отличие от последнего применение диантипирилметана не требует строгой регулировки pH. Комплекс образуется в широком интервале кислотности [3].

Таким образом, в ходе анализа фотометрических методов определения  $TiO_2$  было выявлено, что наиболее универсальным, высокоизбирательным и чувствительным методом является метод с применением диантипирилметана. Поэтому при определении массовой доли диоксида титана в материалах неметаллорудных рекомендуется использовать именно его.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Распространенность, применение и патологические эффекты диоксида титана / Н.С. Аляхнович, Д.К. Новинов // Вестник ВГМУ. – 2016. – Том 15, №2. – 7–16 С.
2. Материалы неметаллорудные. Методы определения массовой доли диоксида титана: ГОСТ 26318.5-84. – Введ. 01.01.86. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1986. – 8 с.
3. Фотометрическое определение малых количеств титана в хлорной кислоте, хлорнокислых аммониях, натриях и люминофоре Л-34 с помощью диантипирилметана / Л. Л. Скрипова [и др.] // Известия томского ордена октябрьской революции и ордена трудового красного знамени политехнического института имени С. М. Кирова. – 1975. – Том 197. – С. 72–73.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ОКСИДА МАГНИЯ В СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Оксид магния является спекающей добавкой, его введение в состав керамики способствует ускорению процесса спекания и, соответственно, позволяет снизить температуры обжига керамических изделий. Кроме того, керамические материалы, содержащие в своем составе оксид магния, обладают способностью сохранять свои функциональные свойства без существенных изменений при высоких температурах. Все вышесказанное свидетельствует о том, что для керамического производства при выборе исходного сырья необходимо наиболее точно знать его состав, который оказывает существенное влияние на свойства керамических материалов. Поэтому при контроле качества сырьевых материалов большое значение имеет выбор наиболее эффективного метода определения содержания оксида магния.

Целью работы является анализ методов определения массовой доли оксида магния в сырьевых материалах, используемых в производстве керамических изделий.

В настоящее время существуют следующие химические и физико-химические методы определения содержания оксида магния в сырьевых неметаллорудных материалах: гравиметрические, титриметрические, электрохимические, фотометрические, атомно-адсорбционный, флуориметрические [1, 2]. Комплексометрический метод основан на взаимодействии в процессе титрования кальция с трилоном Б в присутствии азокрасителя кислотного хром темносинего в качестве индикатора, а также суммы кальция с магнием с трилоном Б в присутствии эриохром черного Т (или кислотного хром темносинего). Метод приемлемо использовать для анализа сырьевых материалов с массовой долей оксида магния от 0,2 % до 30 %. Фотометрический метод основан на образовании адсорбционного соединения сине-фиолетового цвета магния с фенозо (3,3'-динитро-4,4'-бис-(4-оксибензолазо)бифенилом) и измерении оптической плотности раствора данного соединения при длине волны 560 нм. Содержание оксида магния находят по градуировочному графику зависимости оптической плотности от концентрации. Метод целесообразно использовать при массовой доле оксида магния в сырье не более 2 %. Атомно-адсорбционный метод основан на разложении пробы смесью фтористоводородной и серной кислот и измерении атомной абсорбции магния в пламени воздух – ацетилен при длине волны 285,2 нм. Массу оксида магния в анализируемом растворе определяют методом градуировочного графика. Применяется для анализа сырьевых материалов с массовой долей оксида магния от 0,1 % до 10 %.

Проведенные анализ диапазона применения описанных выше методов позволили установить, что при определении массовой доли оксида магния в сырьевых материалах целесообразно использовать комплексометрический метод, также он является более простым и экспрессным, и не требует высокой квалификации персонала. Однако фотометрический и атомно-адсорбционный метод является более точным и эффективным в использовании для анализа сырьевых материалов с небольшим содержанием оксида магния.

Таким образом, было выявлено, что наиболее оптимальным методом для определения содержания оксида магния в сырьевых неметаллорудных материалах для керамического производства является комплексометрическое титрование с трилоном Б в присутствии азокрасителей в качестве индикаторов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов, В. Н. Аналитическая химия магния / В. Н. Тихонов. – Москва: Наука, 1973. – 254 с.
2. Материалы неметаллорудные. Методы определения массовых долей оксидов кальция и магния: ГОСТ 26318.6-84. – Введ.31.10.84. – М: Госстандарт СССР, 1984. – 50 с.

**ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**

Твердые отходы нефтепереработки представляют собой твердые остатки вторичной переработки нефти или нефтепродуктов, получаемые при замедленном коксовании тяжелых нефтяных продуктов. Образуются в виде отложений на стенках аппаратов и трубопроводов технологических установок. Близкий по составу и физико-химическим свойствам материал, нефтяной кокс, образуется на некоторых предприятиях, где реализуется глубокая переработка нефти за счет коксования тяжелых фракций с целью получения большего выхода продукции. В настоящее время, на ОАО «Нафтан» ведется строительство установки замедленного коксования, которая позволит осуществлять этот процесс. Ожидается, что производительность установки по нефтяному коксу составит порядка 1000 тонн в сутки. Данный материал представляет собой твердый отход, который возможно утилизировать как ценный вторичный материал.

Учитывая все вышесказанное, в данной работе были изучены твердые отходы нефтепереработки, полученные на предприятии ОАО «Нафтан».

Для образцов данного материала были определены основные физико-химические характеристики: кажущаяся плотность – 1340 кг/м<sup>3</sup>; открытая пористость – 1,39 %; водопоглощение – 1,04 %. Также, был изучен химический состав, который преимущественно представляет собой углерод в количестве 57,5 масс. %. В небольших количествах присутствуют: натрий, алюминий, кремний, железо, медь и цинк.

Учитывая физико-химические свойства материала, его химический состав, были проведены исследования по возможности использования твердых отходов нефтепереработки в качестве выгорающей добавки при производстве керамических блоков [1]. В результате которых было установлено, что использование данного материала позволит предприятиям получать качественную продукцию с пониженной себестоимостью.

Использование твердых отходов нефтепереработки в качестве вторичного сырья возможно только после его предварительной переработки. Одной из важнейших стадий которой является фракционирование. На основании проведенного нами исследования научной литературы, было принято, что наиболее рациональным оборудованием для проведения стадии механической классификации является барабанный грохот.

Исследование процесса фракционирования осуществлялось на лабораторной установке, состоящей из барабанного грохота диаметром 0,5 м и длинной просеивающей поверхности 1 м (диаметр отверстий 7,7 мм, расстояние между отверстиями 3 мм), и питателя подачи исходного материала. Изучалось влияние влажности и дисперсности исходного материала на эффективность процесса грохочения. Изменение влажности осуществлялось от 1,52 до 35,0 масс. % с интервалом 5,0 масс. %. Содержание подрешетного продукта в исходном материале (0–7,7 мм) изменялось в пределах от 10,0 до 90,0 масс. %. В результате, было установлено, что увеличение влажности сырья свыше 15 масс. % приводит к снижению качества разделения, за счет агрегации мелких частиц и их налипания на крупные куски и поверхность сита. При увеличении влажности свыше 30,0 масс. % наблюдается переход от сухого к мокрому грохочению. Максимальное значение эффективности грохочения, в зависимости от изменения в исходном материале количества подрешетного продукта достигается при его значениях 40 масс. %. Что связано с достижением оптимальной высоты слоя материала, позволяющем мелким частицам с легкостью достигать поверхности сита.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кинаш М.П. Использование твердых отходов нефтепереработки в производстве строительной керамики / М.П. Кинаш, Е.Г. Федарович, Н.Н. Гундилович // Эпоха науки. – Декабрь 2021 г. – № 28 – С. 65–73.

**ФЛОТАЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ ПЛА/ПЭТФ**

Количество образующихся пластиковых отходов постоянно увеличиваются в последние годы [1], но из-за отсутствия эффективных методов переработки, большинство из них утилизируются путем захоронения или сжигания. Однако, если смесь пластмасс может быть эффективно разделена, то существует возможность повторного использования. Сложность разделения смеси пластмасс на отдельные группы заключается в схожести их плотностей и других физических свойств.

Для разделения смеси пластмасс были разработаны многочисленные методы, такие как ручная сортировка, сортировка по плотности, флотация, осаждение, селективное растворение, инфракрасная спектроскопия, рентгеновский анализ, способ глубокого охлаждения, электростатические, химические способы и другие [2].

Одним из экономически выгодных эффективных методов разделения смеси пластмасс является флотация, особенно для пластмасс с близкими значениями плотностей.

Цель работы заключалась в исследовании изменения концентрации раствора поверхностно-активного вещества (лаурет-3 сульфосукцината натрия) на эффективность разделения смеси полимеров: полиэтилентерефталата и полилактида.

Флотационное разделение проводили с помощью флотатора колонного типа, заполненного раствором лаурет-3 сульфосукцината натрия с концентрацией  $2 \cdot 10^{-3}$  г/дм<sup>3</sup>. Расход воздуха для аэрации колонны составил  $1,4 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ . Смесь полимеров массой 10 г загружали через питатель в соотношении 1:1. Процесс считали завершенным, если в объеме рабочего раствора не наблюдались частицы пластмасс. Собравшийся в верхней части колонны концентрат совместно с пеной отбирали методом сгона, остаток, образовавшийся в нижней части колонны, удаляли методом слива. Отдельно отобранные фракции обрабатывали гравиметрическим методом.

Степень извлечения флотируемого компонента рассчитывали по формуле:

$$\varepsilon = \frac{m_{\text{конц}}}{m_{\text{исх}}} \cdot 100\%,$$

где  $m_{\text{конц}}$  – масса флотируемого компонента в концентрате, кг;  $m_{\text{исх}}$  – масса флотируемого компонента, поданного на флотацию, кг.

В результате флотационного разделения смеси пластмасс получены средние значения показателей эффективности: содержание полилактида в концентрате 98,0% и полиэтилентерефталата в остатке 98,5 %.

Таким образом, результаты исследований дают возможность разделять полиэтилентерефталат и полилактид с высокой эффективностью и предоставляют возможность повторного использования отделенных пластмасс.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Об объемах сбора и использования вторичных материальных ресурсов, размерах и направлениях расходования средств, полученных от производителей и поставщиков в 2020 году. – Режим доступа: [https://vtoroperator.by/sites/default/files/operator\\_2020\\_0.pdf](https://vtoroperator.by/sites/default/files/operator_2020_0.pdf). – Дата доступа: 16.11.2022.

2. Левданский, А.Э. Флотационное разделение смеси измельченных полимерных отходов / А.Э. Левданский [и др.]. – Шымкет: Типография «Элем», 2022. – 152 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В ЭКСТРАКТЕ ЦВЕТКОВ РОМАШКИ РИМСКОЙ

Ромашка римская, либо пулавка благородная (*Chamaemelum nobile* L.) – многолетнее травянистое растение, вид рода Хамемелюм (*Chamaemelum*) семейства Астровые (*Asteraceae*). В качестве лекарственного сырья используют цветки ромашки римской, из которых получают эфирное масло, содержание которого по требованиям, например, немецкой фармакопеи, должно быть не ниже 0,7 %. При этом состав эфирного масла ромашки римской сильно отличается от ромашки аптечной [1].

Кроме эфирного масла данное растение содержит сесквитерпеновые лактоны, полеины, тритерпены, кумарины, флавоноиды (антемозид, космозид, лютеонин, апигенин-7-глюкозид, патулетин, кварцетин). Как известно, флавоноиды обладают широким спектром биологической активности (антиоксидантная, антимикробная, противовоспалительная и др.) [2], поэтому данный класс биологически активных веществ вызывает особый интерес у исследователей в области фармацевтики.

Цель данной работы – определить содержание флавоноидов в экстракте цветков ромашки римской. Объектом исследования являлись цветки ромашки римской, культивируемые в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь (Минская область).

Экстракты цветков ромашки римской получали путем проведения трехкратной экстракции воздушно-сухих ( $w = 9\%$ ) измельченных цветков этиловым спиртом с последовательной сменой его концентрации (1-ая порция – экстрагирование 40 %-ным этиловым спиртом, 2-ая – 70 %-ным, 3-ая – 96 %-ным), отношение массы сырья к объему экстрагента для каждой порции составляло 1 : 100, температура процесса экстракции – 60°C, продолжительность экстрагирования каждой порции – 30 мин.

Определение суммарного содержания флавоноидов в водно-спиртовых экстрактах цветков ромашки римской осуществляли спектрофотометрическим методом. Данный метод основан на способности флавоноидов образовывать окрашенный комплекс со спиртовым раствором хлорида алюминия. Оптическую плотность полученного раствора измеряли при длине волны 410 нм и толщине слоя 10 мм [3]. В качестве стандартного образца использовали рутин.

При добавлении спиртового раствора хлорида алюминия к экстракту была отмечена интенсивная желтовато-зеленая окраска, что подтверждает содержание флавоноидов в исследуемом сырье (качественная реакция на флавоноиды).

Количественный анализ флавоноидов в экстрактах цветков ромашки римской показал, что содержание данного класса соединений достигает 3,6 % от массы абсолютно сухого сырья в причесчете на рутин. Следовательно, ромашка римская представляет интерес как лекарственное растение, которое является источником флавоноидов.

На следующем этапе исследований планируется выполнение качественного анализа флавоноидов, которые содержатся в цветках ромашки римской, и подбор условий их экстракции из растительного материала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Srivastava, J.K. Chamomile: a herbal medicine of the past with a bright future (review) / J.K. Srivastava, E. Shankar, S. Gupta // Molecular medicine reports. – 2010. – Vol. 3, no. 6. – P. 895–901.
2. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский [и др.]. – Пуццино: Synchronbook, 2013. – 310 с.
3. Страх, Я.Л. Изучение содержания фенольных соединений и флавоноидов различных популяций морозники приземистой *Rubus Chamaemorus* L. / Я. Л. Страх, О.С. Игнатовец // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2020. – № 4. – С. 69–78.

**КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ НАПЕРСТЯНКИ ПУРПУРНОЙ**

Наперстянка пурпурная, либо пурпуровая, либо красная (*Digitalis purpurea* L.) – вид многолетних травянистых растений семейства Подорожниковые (*Plantaginaceae*) [1], является фармакопейным растительным сырьем в Республике Беларусь и в других странах. В качестве лекарственного сырья используются листья наперстянки пурпурной, собранные на первом году жизни растения и без промедления выдержанные в течение получаса при температуре 55–60°C, затем быстро высушенные без доступа солнечных лучей [2]. Действующими веществами листьев являются кардиотонические гликозиды (карденолиды), а также стероидные сапонины и флавоноиды. Препараты наперстянки пурпурной – порошок листьев, сухой экстракт, настой, дигитоксин, кордигит – усиливают диурез и обладают кумулятивным свойством. Таким образом, наперстянка пурпурная представляет интерес для медицинской практики.

Цель работы – выполнить качественный анализ листьев наперстянки пурпурной различных сортов.

Объектами исследования являлись воздушно-сухие листья наперстянки пурпурной пяти сортов, культивируемых на участках Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

Качественный анализ выполняли методом тонкослойной хроматографии согласно методике, приведенной в Государственной Фармакопее Республики Беларусь (ГФ РБ) в фармакопейной статье «Наперстянки пурпурной листья» [3].

Экстракцию листьев наперстянки пурпурной осуществляли следующим способом: к точной навеске воздушно-сухих измельченных (фракция 1,5–2,0 мм) листьев добавляли 50%-ный этиловый спирт в соотношении с сырьем как 20 : 1 и раствор ацетата свинца в соотношении сырьем как 10 : 1, выдерживали на водяной бане при кипении в течении 2 мин [3]. После экстракции реакцию смесь охлаждали и центрифугировали. Затем отделенную надосадочную жидкость смешивали дважды с хлороформом в соотношении 2 : 1. Хлороформные фракции отделяли от водно-спиртовой, объединяли и высушивали на роторном испарителе при пониженном давлении. Полученный сухой остаток растворили в смеси из равных объемов хлороформа и метанола.

При проявлении пластин в УФ-камере (365 нм) во всех образцах в нижней части наблюдалась флуоресцирующая зона светло-синего цвета (предположительно, пурпуреагликозид В), несколько выше – флуоресцирующая зона коричневатого-желтого цвета (предположительно, пурпуреагликозид А). В средней части пластины отмечена флуоресцирующая зона светло-синего цвета (предположительно, гитоксин) и над ней – зона коричневатого-желтого цвета (предположительно, дигитоксин). Таким образом, во всех исследуемых сортах наперстянки пурпурной согласно ГФ РБ отмечены флуоресцирующие зоны, которые, предположительно, соответствуют сердечным гликозидам (для более точного подтверждения необходимы стандартные образцы данных соединений). На следующем этапе исследований планируется проведение количественного анализа сердечных гликозидов в листьях наперстянки пурпурной различных сортов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Иванина, Л. И., Флора СССР / Иванина Л. И. – Минск: Ботанический институт академии наук СССР, 1955 – 861 с.
2. Ботанико-фармакогностический словарь: справ. пособие / К. Ф. Блинова [и др.]; под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. – М.: Высшая школа, 1990. – 272 с.
3. Государственная Фармакопея Республики Беларусь II. В 3 Т. Т.2. Контроль качества вспомогательных веществ и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохранения Республики Беларусь, РУП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении». – Молодечно: Типография «Победа», 2012. – 1367 с.

Студ. М.И. Рудович,  
аспирант А.Б. Саченко  
(Институт биоорганической химии НАН Беларуси)  
Науч. рук. зав. кафедрой В.Н. Леонтьев  
(кафедра биотехнологии БГТУ),  
директор А.В. Янцевич  
(Институт биоорганической химии НАН Беларуси)

## МЕЖФАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ПЛАЗМИДНОЙ ДНК В СИСТЕМЕ ВОДА-ФЕНОЛ-ХЛОРОФОРМ

Одним из применений плазмидной ДНК (пДНК) в генной терапии является ДНК-вакцина. ДНК-вакцина, обычно называемая вакциной третьего поколения, представляет собой специфическую последовательность нуклеотидов, которая может вызывать иммунный ответ на патогены и раковые клетки (опухолевые антигены).

пДНК обнаруживается в пяти конформациях, которые эффективно разделяются электрофорезом в агарозном геле: разомкнуто-кольцевая, релаксированная кольцевая, линейная, суперспирализованная и суперспирализованная денатурированная. Принято считать, что суперспирализованная изоформа обладает терапевтическим эффектом, но этот факт не подтвержден в ряде работ. Однако один из аргументов очевиден из нашего опыта: суперскрученная пДНК более устойчива к физическим, биологическим и химическим факторам.

Несмотря на токсичность и неудобство, фенольная экстракция до сих пор широко используется для получения некоторых биомолекул, таких как ДНК, РНК. Экстракция фенолом является очень эффективным подходом при выделении РНК [2, 3].

В настоящей работе мы тщательно исследовали рН-зависимое распределение различных форм пДНК при фенольной (фенол-хлороформенной) экстракции и выявили условия, позволяющие просто изолировать фармакологически активную суперскрученную пДНК от других форм, рассматриваемых нами как ферментативно или физически поврежденные.

В нашем исследовании мы использовали рсDNA3.1 в качестве модельной плазмиды. Плазмиду трансформировали в компетентные NEB-DH5a клетки *E. coli*. Выделение неочищенной плазмиды осуществляли путем щелочного лизиса с последующим осаждением *i*PrOH и растворением в воде до конечной концентрации 300 мкг/мл. Фенол и фенол-хлороформ (1:1) уравнивали 0,2 М натрий-ацетатным буфером заданного рН. 300 мкл раствора плазмиды встряхивали с 300 мкл соответствующей органической фазы в течение 30 мин. Фазы разделяли центрифугированием, 100 мкл верхней фазы осаждали *i*PrOH, промывали 70% EtOH и растворяли в деионизированной воде. 3 мкл полученного раствора наносили на агарозный гель

На основании нашего исследования в текущей работе мы продемонстрировали, что можно отделить суперспирализованную пДНК от других форм. Более того, эта стратегия имеет полезный дополнительный эффект: устранение геномной ДНК хозяина. Полученные данные позволяют предложить эффективный, недорогой и простой маломасштабный (до 10 г) метод выделения пДНК фармацевтического качества для исследовательских целей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Impact of plasmid supercoiling on the efficacy of a rabies DNA vaccine to protect cats / L. Cupillard, V. Juillard, S. Latour, G. Colombet, N. Cachet, S. Richard, S. Blanchard, L. Fischer // *Vaccine* – 2005. – V. 23. – P. 1910-6.
2. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction / P. Chomczynski, N. Sacchi // *Analytical biochemistry* – 1987. – V. 162. – P. 156-9.
3. Modified acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform RNA extraction method which greatly reduces DNA contamination / P.D. Siebert, A. Chenchik // *Nucleic acids research* – 1993. – V. 21. – P. 2019-20.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНКУБИРОВАНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ

Растительные полисахариды (крахмал, целлюлоза, пектин, альгинаты, агар и др.) и их полусинтетические производные играют важную роль в современных технологиях, в том числе в качестве загустителей в пищевой промышленности или при заводнении нефтяных скважин. Внеклеточные микробные полисахариды нашли 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, однако из-за значительных производственных затрат их использование пока ограничено. Наибольшее значение имеют полисахариды ксантан и декстран [1].

Сфера применения полисахаридов определяется их свойствами: вязкостью, реологическими характеристиками, способностью к набуханию, взаимодействием с определенными структурами. В фармацевтике они используются в качестве основы для изготовления лекарственных форм. В пищевой промышленности используются в виде пленок – покрытий продуктов, например сыров, для защиты их от высыхания и плесневения, в качестве стабилизаторов мороженого, фруктовых соков, приправ к салатам и других кулинарных изделий.

Полисахариды микроорганизмов в соответствии с локализацией делятся на внутри- и внеклеточные, а по составу на гомо- и гетерополисахариды. К внутриклеточным относят обычно полисахариды цитоплазмы, мембран и клеточных стенок, а к внеклеточным (ЭПС) относят полисахариды капсул, чехлов (пристеночные структуры) и свободной слизи, не прилегающей к клеточной стенке. Термин «экзогликаны» применяют в основном к полисахаридам свободной слизи, иногда к капсульным полисахаридам [2].

В работе применяли ранее выделенные на кафедре биотехнологии изоляты, способные синтезировать полисахариды. На выход полисахаридов влияют такие факторы, как: облучение, температура, источник углерода, длительность накопления биомассы и др. Важным показателем также является рН среды, т.к. он показывает уровень закисленности среды метаболитами и является критерием, влияющим на выход полисахаридов в культуральную среду.

В период активного роста культур выделение полисахарида происходит медленно, ЭПС начинают активно выделяться к концу логарифмической фазы: 50–55 ч роста культуры и накопление в среде в начале стационарной фазы роста: 60–75 ч роста культуры. Рост культуры контролировали по оптической плотности при длине волны – 600 нм.

Для выделения ЭПС культуры выращивали на натуральной и синтетической средах в конических колбах в условиях аэрации на шейкере-инкубаторе при температуре 30°C в течение 3 сут. Выделение ЭПС проводили в несколько этапов. Сначала культуральную жидкость пропускали через шприц с диаметром иглы 0,6 мм (для лучшего отделения ЭПС от клетки), затем центрифугировали и упаривали жидкость на роторном вакуум-испарителе при температуре 40°C. Осаждение полисахарида из фугата проводили охлажденным этиловым спиртом в соотношении 1:3. Через 12 ч осадок отделяли центрифугированием, растворяли в дистиллированной воде и повторяли процесс осаждения еще раз. Осадок ЭПС растворяли в дистиллированной воде и проводили диализ против дистиллированной воды. Очищенные ЭПС сушили на лиофильной сушке.

Высушенные данным методом ЭПС сохраняют свою биологическую активность.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Экзополисахариды бактерий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://propionix.ru/ekzopolisaharidy-bakteriy>. Дата доступа: 13.11.2022.
2. Микробные полисахариды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://poznayka.org/s104997t1.html>. Дата доступа: 13.11.2022.



**АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЛОНГИРОВАННОГО  
ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ПЕНТОКСИФИЛЛИНА**

Лекарственные формы с модифицируемым высвобождением лекарственного вещества – молодая группа лекарственных препаратов, характеризующихся измененным механизмом и характером высвобождения. Особое место среди лекарственных форм с модифицированным высвобождением занимают лекарственные формы пролонгированного действия. Вследствие замедления высвобождения лекарственного вещества из пролонгированных лекарственных форм обеспечивается увеличение продолжительности терапевтического эффекта [1].

Пентоксифиллин – лекарственное средство, производное пурина. Улучшает микроциркуляцию и реологические свойства крови. Пентоксифиллин с оригинальным названием «Трентал» был синтезирован в Германии компанией Hoechst и с 1972 г. по настоящее время используется в клинической практике (в США – с 1984 года, в России – с 1977 года). Однако применение пентоксифиллина требует продолжительного курса лечения для достижения положительных результатов, и при нарушении приема лекарственного препарата уменьшается его терапевтический эффект. Выходом являются эффективные пролонгированные формы препарата, которые не требуют ежедневного трехразового приема.

Таким образом, лекарственный препарат пролонгированного действия на основе пентоксифиллина является усовершенствованием оригинального препарата «Трентал, 100 мг» отсроченного высвобождения. Достоинства данной лекарственной формы – уменьшение частоты приема, устранение раздражающего действия лекарственного вещества на желудочно-кишечный тракт, уменьшение проявления побочных эффектов, исключение возможности демпинга дозы.

На рисунке приведена кинетическая кривая растворения в дискриминаторной среде (воде дистиллированной), полученная в условиях *in vitro*, оригинального лекарственного препарата пролонгированного действия «Трентал, 400 мг».

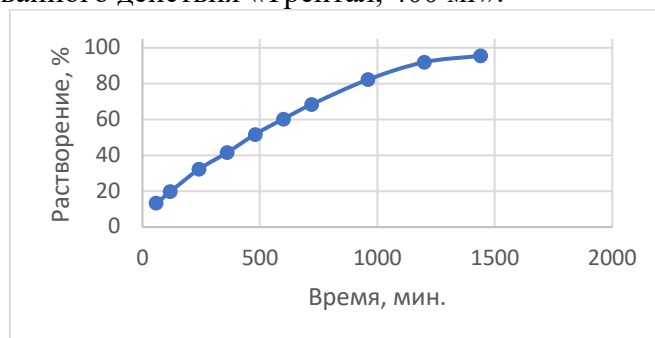


Рисунок – Кинетическая кривая растворения лекарственного препарата «Трентал, 400 мг» в воде дистиллированной

Из рисунка видно, что для препарата характерно медленное и равномерное высвобождение действующего вещества, что обеспечивает терапевтически действующую концентрацию пентоксифиллина в организме в течение длительного периода времени.

В связи с отсутствием на фармацевтическом рынке Республики Беларусь генерического лекарственного препарата на основе пентоксифиллина пролонгированного действия отечественного производства разработка технологии производства такого препарата является весьма актуальной.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонова, М.В. Пероральные лекарственные формы с модифицируемым высвобождением / М.В. Леонова // Справочник поликлинического врача. – 2014. Вып. № 10. – С. 66-70.

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДРОЖЖЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ  
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

Дрожжи повсеместно применяются в пищевых, фармацевтических и сельскохозяйственных производствах. Это связано с их неприхотливостью, высокой скоростью роста, широчайшим разнообразием продуцируемых ими продуктов метаболизма. Повышенный интерес представляют природные штаммы, обладающие уникальной комбинацией свойств, являющиеся перспективными объектами для исследований направленных на повышение эффективности биотехнологических производств.

Цель данного исследования – выделение из естественных мест обитания новых штаммов дрожжей, обладающих биотехнологически ценными свойствами.

В ходе исследования, используя различные подходы, из окружающей среды выделено 33 изолята дрожжей, различающихся морфотипом. Источниками выделения служили цветки картофеля, бархатцы, томатная паста, крафтовое пиво, яблоко, лесные и содовые ягоды, такие как рябина, виноград синий, клубника в сахаре [1].

Наибольшее количество изолятов, а именно 22, выделено в ходе естественного сбраживания ягод в анаэробе.

Для отбора биотехнологически ценных штаммов проведена предварительная идентификация, в ходе которой изучены основные морфологические и физиолого-биохимические признаки, а именно: способность к сбраживанию различных сахаров, уреазная активность, устойчивость к различным условиям культивирования (высокое осмотическое давление, ауксотрофность по витаминам, устойчивость к уксусной кислоте) [1,2]. Исходя из совокупности изученных признаков, выделенные дрожжи предварительно отнесли к следующим родам: *Candida*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Citeromyces*, *Wickerhamiella*, *Pachysolen* [1-3]. Представленные рода широко распространены в окружающей среде, могут использоваться в пивоварении, получение этанола и пищевой промышленности.

Дрожжевые культуры, выделенные с поверхности ягод, яблок, а также из крафтового пива, обладали более разнообразными промышленно ценными свойствами. Так дрожжи штаммов (источник): КДП (клубника), КиА-г (виноград), 26 (лесные ягоды), К-2 (кустовые ягоды) способны к росту на безвитаминной среде, быстрому росту на питательной среде, содержащей в качестве единственного источника углеводов: глюкозу, мальтозу, галактозу. Представленные штаммы проявили высокие показатели устойчивости к высокому осмотическому давлению на питательной среде, содержащей повышенную концентрацию глюкозы.

Таким образом, в результате исследования, отобрано 4 перспективных штамма дрожжей идентифицированных как *Saccharomyces sp.* КДП, *Wickerhamiella sp.* КиА-г, *Zygosaccharomyces sp.* 26, *Citeromyces sp.* К-2, способных активно сбраживать различные источники углеводов, расти при высоком осмотическом давлении, устойчивые к уксусной кислоте.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Квасников, Е. И. Дрожжи : Биология. Пути использования / Е.И. Квасников, И.Ф. Щелокова// АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного. – Киев : Наук. думка, 1991. – 325 с.
2. Deak, T. Yeasts Associated with Fruit Juice Concentrates/ T. Deak and L. R. Beuchat // Journal of Food Protection, 1993 – Vol. 56, No. 9. – P. 777-782.
3. Deak, T. Identification of Foodborne Yeasts/ T. Deak and L. R. Beuchat // Journal of Food Protection, 1987. – Vol. 50. No. 3, – P. 243-264.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО ОЗОНА В КАЧЕСТВЕ БЕЗОПАСНОГО ПРОТИВОГРИБКОВОГО СРЕДСТВА

В настоящее время существует тенденция увеличения производств, требующих поддержания высоких уровней микробиологической чистоты. Обработка емкостей при производстве пищевых продуктов позволяет достигнуть увеличения сроков их хранения и как следствие, реализации. Данный факт позволяет достигнуть существенного экономического эффекта. Обеззараживание питьевой воды, очистка сточных вод – для этого, в основном, используются агрессивные химические дезинфицирующие средства, состоящие из хлорсодержащих соединений и кислот. Применение таких веществ представляет опасность для человека и окружающей среды в целом. Следовательно, необходим поиск альтернативной замены таких средств на более безопасные, в качестве которой можно рассматривать водный озон.

Озон является аллотропной модификацией кислорода и может существовать в трех агрегатных состояниях. При нормальных условиях  $O_3$  – газ с резким запахом, который хорошо растворяется в воде. Озон является нестабильным соединением и при растворении в воде идет его разложение, протекающее с одновременным взаимодействием с загрязняющими веществами, находящимися в воде. Оно происходит за счет прямой реакции с молекулами озона или же с радикалами, появляющимися в процессе его распада. Реакции расщепления в водной среде связаны с тем, что озон взаимодействует с молекулами воды и гидроксид-ионами. В результате этих реакций идет выделение молекул двухатомного кислорода и образование ионов водорода и гидроксида, а так же перекиси водорода. При диссоциации перекись водорода образует ионы водорода и частицы свободных радикалов, что существенно ускоряет процесс разложения озона [1]. Озон является сильным окислителем, поэтому эффективен против различных микроорганизмов.

Объектом исследования являлись дрожжеподобные грибы рода *Candida*, иммобилизованные на пластиковых и металлических пластинах размером 1,5×1,5 см.

Для иммобилизации микроорганизмов готовили суточную культуру дрожжей *Candida*, культивировали при температуре 33 °С. Далее суточной культурой засеивали 150 мл питательной среды и культивировали в течение 2 часов при температуре 33 °С и 150 об/мин. В качестве питательной среды использовали «Бульон Сабуро». После этого в культуральную жидкость стерильно вносили пластинки, предварительно обработанные 96 % этиловым спиртом. Иммобилизация проводилась 24 ч при 33 °С и 150 об/мин. Далее пластинки обрабатывали водой с концентрацией озона 0,5, 1,0 и 1,5 мг/л в течение 30, 60 и 90 с. Для определения концентрации дрожжей, проводили смыв и засев методом Коха. Параллельно проводили контрольный опыт без обработки водным озоном. Чашки Петри инкубировали при 33 °С в течение 24 ч, после чего проводили подсчет колоний и рассчитывали концентрацию КОЕ на 1 см<sup>2</sup> пластинок.

В ходе эксперимента было выявлено, что при обработке поверхностей водой с низкими концентрациями озона количество колоний на 1 см<sup>2</sup> снижается в 10 раз. Также при обработке водным озоном пластиковых и металлических пластинок с увеличением времени обработки и концентрации озона наблюдается тенденция снижения количества дрожжеподобных грибов. Таким образом водный озон обладает способностью к инактивации дрожжеподобных грибов как при низких, так и при высоких концентрациях. При этом озон является более экологичным и безопасным агентом по сравнению с другими средствами, применяющимися для инактивации микроорганизмов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Водный озон. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://nomitech.ru/articles-and-blog/svoystva\\_ozona\\_ego\\_vzaimodeystvie\\_s\\_razlichnymi\\_veshchestvami\\_i\\_oblasti\\_primeneniya/](https://nomitech.ru/articles-and-blog/svoystva_ozona_ego_vzaimodeystvie_s_razlichnymi_veshchestvami_i_oblasti_primeneniya/). – Дата доступа: 10.11.2022.

**ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЧИТКА БОЛЬШОГО**

Очиток (лат. *Sedum*) – род многолетних растений семейства Толстянковые. Существует более 500 видов данного растения.

Заготовку сырья осуществляли в период цветения очитка (в конце августа – начале сентября) на территории Витебской области, дачный поселок Октябрьский. Сырье высушили естественным способом (рисунок).



Рисунок – Очиток большой и высушенное растительное сырье

Целью работы является изучение лекарственного растения очитка большого, нашедшего широкое применение в народной медицине, лекарственные свойства которого на данный момент до конца не изучены.

Фармакогностический анализ сырья включал макро- и микроскопический анализ. Макроскопический анализ проводился визуально, микроскопический – с использованием светового цифрового микроскопа. Анализ технологических свойств очитка большого включал определение: влажности сырья, насыпной плотности, сыпучести, общей золы, фракционного состава, коэффициента водопоглощения. А также проводили определение количества биологически активных веществ, а именно: аскорбиновой кислоты методом титрования, общего количества флавоноидов и антоцианов спектрофотометрическим методом [1].

Полученные данные: относительная влажность высушенного растительного сырья составила 14,5%, насыпная плотность – 0,16 г/см<sup>3</sup>, средний угол откоса при определении сыпучести – 31°, содержание золы – 13,7%, коэффициент водопоглощения – 5,25 см<sup>3</sup>/г. Содержание аскорбиновой кислоты составила 12%, антоцианов – следовые количества, суммарное количество флавоноидов – 39,3%.

Данные показатели необходимы при разработке технологической схемы процесса получения лекарственных препаратов на основе очитка большого.

Проведя все выше указанные измерения и проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что данное растение можно использовать для производства фитопрепаратов.

Дальнейшая работа будет направлена на разработку технологии получения новых лекарственных форм, а именно сока, геля и суппозиторий на основе очитка большого.

**ЛИТЕРАТУРА**

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

## РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ, ОБОГАЩЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Напитки являются неотъемлемой частью культуры любого народа. Как и блюда национальной кухни, напитки раскрывают характер страны и могут многое рассказать о ее истории и культуре. Белорусские напитки – не исключение.

Ухудшение экологической обстановки, снижение качества и количества продуктов питания, использование сильнодействующих лекарственных средств приводят к тому, что продукты, разработанные на основе натуральных ингредиентов, приобретают все большую популярность, так как они способствуют улучшению общего состояния человека.

Республика Беларусь богата растительным сырьем, при этом растения, как известно, содержат огромное количество разнообразных биологически активных веществ, что позволяет использовать его для лечения, предотвращения заболеваний, поддержания здоровья человека.

Используемые в работе растения *Aronia melanocarpa* и *Fagopyrum esculentum* представляют собой не фармакопейное растительное сырье, богатое ценными веществами и используемое в нетрадиционной медицине с давних времен.

*Aronia melanocarpa* обладает большим количеством полезных веществ. В данном растении огромное количество витаминов, микроэлементов. Пектиновые и дубильные вещества придают плодам терпкость и вяжущий вкус. Кроме того, плоды обладают небольшим содержанием килокалорий, что полезно для тех, кто поддерживает диетическое питание.

*Aronia melanocarpa*, как отмечено выше, обладает терпким вкусом, наша задача была уменьшить или, по возможности, устранить данный недостаток плодов. В ходе литературного обзора определили, что рекомендуется проводить следующие действия: воздействие холода (обычно рекомендуют собирать ягоды после первых заморозков), добавление кислоты (лимонная или сок цитрусовых) при приготовлении блюд, сушка (плоды теряют свой вяжущий вкус).

Все три способа были нами апробированы и показали свою эффективность. Целесообразность использования того или иного способа будет зависеть от целей, которые ставит перед собой исследователь.

*Fagopyrum esculentum* содержит много магния и железа, а также кальций, калий, фосфор, йод, цинк, фтор, молибден, кобальт, витамины В1, В2, В9 (фолиевую кислоту), РР, витамин Е.

Таким образом, использовать данные растения для обогащения напитков весьма актуально. В настоящее время нами заготовлены плоды *Aronia melanocarpa* и трава *Fagopyrum esculentum*, проведена их сушка в соответствии с требованиями, предъявляемыми для растительного сырья, определена влажность полученных образцов (15 и 10% соответственно).

Необходимо отметить, что при использовании данных растений для обогащения напитков образуются дополнительные отходы (жмых плодов *Aronia melanocarpa* и трава *Fagopyrum esculentum*). В ходе дополнительного литературного поиска установили, что данные отходы содержат достаточно большое количество биологически активных веществ, что безусловно, делает эти отходы перспективным вторичным сырьем. Поэтому перед нами встала новая задача разработать безотходную технологию получения нового национального напитка, обогащенного биологически активными веществами *Aronia melanocarpa* и *Fagopyrum esculentum*.

## РАЗРАБОТКА ФИТОЧАЕВ С УЧЕТОМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ РАСТЕНИЙ

Фиточай – это один из популярных напитков современности, связано это в первую очередь с тем, что человек стремится получать пользу от того, что он ест и пьет. В настоящее время линейка фиточаев весьма богата и любой потребитель сможет найти фиточай именно для себя. Поэтому при разработке новых композиций исследователи ищут инновационные способы получения фиточая, предлагают новые компоновки трав, разрабатывают интересные формы (таблетированный чай, чай в стиках и др.).

Целью нашей работы было предложить новую идею в создании фиточая для Республики Беларусь.

В основу разработанных композиций фиточаев был положен принцип использования растительного сырья произрастающего на территории нашей страны.

В ходе работы с литературой было отобрано растительное сырье, по территориальному признаку и наличию в нем богатого перечня биологически активных веществ.

В ходе работы были созданы 6 композиций (по количеству областей республики). Компонентный состав композиций представлен в таблице.

Таблица – Состав композиций фиточаев

Растительное сырье	Композиция					
	1	2	3	4	5	6
Мелисса (трава)				+		
Душица (трава)		+				
Лобелия (трава)			+			
Чабрец (трава)					+	
Свекла (корнеплод)						+
Морковь (корнеплод)	+					
Лен (семена)						+
Роза (лепестки)				+		
Рожь (зерновка)					+	
Яблоко (плод)	+					
Сосна (почки)		+				
Лавр (лист)			+			
Брусника (лист)			+			
Крапива (трава)						+
Горец птичий (трава)					+	
Береза (лист)		+				
Подорожник (трава)	+					
Земляника (трава)				+		
Кипрей (трава)	+	+	+	+	+	+

Полученные образцы отличались хорошими органолептическими показателями (вкус, цвет и запах). Каждая из представленных композиций обладает широким спектром действия, благоприятно влияющим на организм человека.

Разработанные рецептуры являются новыми, так как ранее, предложенные нами составы, не применялись.

### ИСТОЧНИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕЛАНИНОВ

Меланины – высокомолекулярные пигменты, которые имеют сложный химический состав. В зависимости от химического строения их подразделяют на: эумеланины, феомеланины и алломеланины. Меланоциты – это специализированные клетки кожи, которые вырабатывают пигмент меланин.

Меланин весьма важное вещество, т. к. оно участвует в защите нашего организма во время физических и химических реакций. Переоценить важность меланина невозможно: благодаря ему кожа обладает барьерно-защитными свойствами, меланин обеспечивает защиту от УФ, рентгеновского и гамма-излучения, а также ограничивает активность тяжелых металлов и др.

Изменение содержания меланина в органах и тканях может приводить к таким заболеваниям, как болезнь Паркинсона, витилиго, альбинизм и др.

В настоящее время в парфюмерно-косметической и фармацевтической отраслях наметилась тенденция расширения линейки продукции с меланиновой составляющей. Например, меланин входит в состав защитных средств от УФ облучения, используется при изготовлении красок для волос, на РУП «Белмедпрепараты» выпускалась мазь «Меланин», которую рекомендовалось применять как лечебно-профилактическое фотозащитное средство при солнечных ожогах, у больных с фотодерматитами, солнечной экземой.

В настоящее время выделяют следующие источники получения меланинов:

- меланины животного происхождения (из кератинсодержащего сырья),
- меланины растительного происхождения (из винограда, подсолнечника, каштана конского, гречихи и др.),
- меланины, получаемые в ходе микробного синтеза (*Saccharomyces neoformans*, *Mucor rouxii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptomyces lavendulae*, *Methylocaldum gracilis* и *Methylocaldum tepidum*, грибы родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Phoma* и др.),
- химический синтез меланинов (окисление тирозина или его производных) [1, 2].

Целью нашей работы было изучить возможность увеличить выход меланинов, совместив несколько из вышеперечисленных способов.

В данном случае проводили культивирование штамма *Pseudomonas aeruginosa* из коллекции кафедры биотехнологии, на питательной среде с добавлением измельченного каштана конского. Культивирование проводили глубинным способом с использованием питательного бульона.

Наличие меланинов в среде, в ходе культивирования, определяли с помощью качественных реакций (с  $H_2O_2$ ,  $KMnO_4$ ,  $FeCl_3$ ).

Дальнейшая работа будет направлена на выделение и очистку полученных меланинов и определение его количественного выхода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии получения меланинов [Электронный ресурс] / Е.А. Прутенская [и др.] // Вестник Тверского государственного технического университета. – Вып. 31. – Режим доступа: <https://core.ac.uk/download/pdf/151241203.pdf>. – Дата доступа: 20.10.2022.
2. Экстракты и меланины чаги, полученные после плазменной обработки сырья / О.Ю. Кузнецова [и др.] // Ученые записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. – 2019. – Т. 161, кн. 2. – С. 211–221. doi: 10.26907/2542-064X.2019.2.211-221.

**АНАЛИЗ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ**

Лекарственное растительное сырье и полученные из него продукты могут использоваться только при условии соответствия всем нормам и требованиям. Для этого необходимо провести комплексный анализ сырья, включающий фармакогностический (фитохимический, товароведческий, макро- и микроскопический), химический анализы. Только в сочетании все эти методы могут дать полное представление о качестве сырья и его пригодности для использования [1].

Антимикробные свойства дикорастущих растений изучены в настоящее время еще недостаточно хорошо. Остаются вопросы о влиянии антимикробных веществ отдельных растений при их употреблении, об их действии на микрофлору желудочно-кишечного тракта, о влиянии на рост и развитие организма в целом. Только глубокие знания антимикробных свойств дают возможность использовать их при разработке рационов для всех групп населения [2].

Целью работы было изучение антимикробных свойств растительного сырья.

Для изучения антимикробных свойств использовали: ягоды клюквы (*Vaccinium oxycoccos*) – сбор г. Житковичи, Гомельская обл., сентябрь 2022 г.; листья брусники (*Vaccinium vitis-idaeae*) – сбор 2021 г.; зверобой обыкновенный (*Hypericum perforatum*) – сбор осуществляли в 2022 г.; листья черной смородины (*Ribes nigrum*) – сбор д. Толкочевщина, Держинский район, Минск. обл., сентябрь 2022 г.; очиток обыкновенный (*Sedum telephium*) – сбор д. п. Октябрьский, Витебск. обл., сентябрь 2022 г.

Изучали антимикробные свойства следующих образцов: отвар брусники; отвар зверобоя; сок ягод клюквы; настойка брусники; настойка смородины; настойка зверобоя; настойка очитка, по отношению к *Escherichia coli* и *Pseudomonas fluorescens* (коллекционные штаммы кафедры биотехнологии).

Таблица – Результаты изучения антимикробных свойств образцов

Испытуемый образец	Зоны задержки роста исследуемых штаммов, мм	
	<i>E. coli</i>	<i>Ps. fluorescens</i>
Сок ягод клюквы	14	13
Настойка зверобоя	8	7
Настойка очитка	12	11
Отвар зверобоя	0	0
Настойка брусники	0	0
Отвар брусники	0	0
Настойка смородины	0	0

Наибольшая зона отсутствия роста исследуемых штаммов была у образца сока клюквы. Это можно объяснить более высокой кислотностью клюквы по сравнению с другими образцами и присутствием в ней бензойной и хлорогеновой кислот [3]. Достаточно хорошие результаты продемонстрировали настойки зверобоя и очитка большого.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Болтовский, В.С. Технология фитопрепаратов / В.С. Болтовский, Е.А. Флюрик. – Минск: БГТУ, 2020. – 196 с.
2. Белясова, Н.А. Молекулярная биотехнология / Н.А. Белясова. – Минск: БГТУ, 2012. – 173 с.
3. Антимикробные свойства ягод [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://konservirovanie.su/books/item/f00/s00/z0000022/st013.shtml>. – Дата доступа: 29.10.2022.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗВЕРОБОЕ ПРОДЫРЯВЛЕННОМ

История применения растений в роли лекарств исходит из глубокой древности, а в настоящий момент по всему миру наблюдается рост заинтересованности в фитотерапии. Это объясняется мягкостью и комплексностью действия биологически активных соединений растительных препаратов, их хорошей переносимостью, отсутствием привыкания и меньшей вероятностью возникновения аллергии.

Одно из главных отличий между химически синтезируемыми молекулами лекарственных препаратов и биологическими активными веществами из растительного сырья, заключается в возможном достаточно точном воспроизведении первых, для вторых это осуществить проблематично. На содержание и концентрацию активных действующих веществ в экстракте влияют первоначальная концентрация этих компонентов в растительном сырье в зависимости от таксономической принадлежности растений и условий выращивания растительного сырья, а также метода экстрагирования.

Целью работы было определение содержания биологически активных веществ в зверобое продырявленном в зависимости от способа экстрагирования.

Исследуемое сырьё. Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) – заготовку сырья осуществляли с растений, культивируемых на территории Витебской обл., Докшитского района, д. Бересневка 6-7 июля 2022 г. Сырье сушили воздушно-теневым методом.

Были проведены микроскопический и товароведческий анализ сырья. Исследования строения изучаемого сырья проводили с использованием светового цифрового микроскопа. Определяли влажность сырья, насыпную плотность, сыпучесть, общую золу, коэффициент водопоглощения.

На основе имеющегося сырья были получены отвар, настой и настойка. Для приготовления настойки использовали 62%-ный спирт и ультразвуковой метод экстракции в течение 10 мин.

Также были экспериментально определены содержание аскорбиновой кислоты в сырье, суммы флавоноидов в отваре и настое, содержание антоцианов в отваре, настое и настойке.

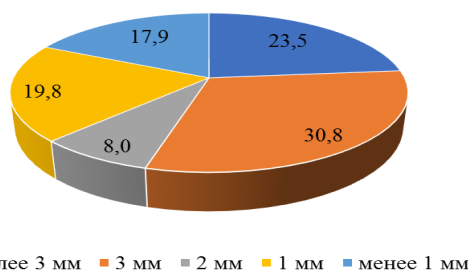


Рисунок – Фракционный состав сырья

Согласно данным, представленным на рисунке, основной фракцией является фракция с размером частиц 3 мм. Относительная влажность сырья составила 11,4%, коэффициент сухости – 0,87. Насыпная плотность – 0,09 г/см<sup>3</sup>. Для определения сыпучести вычисляли угол откоса – 32°. Содержание общей золы при сжигании сырья составила 0,14%. Коэффициент водопоглощения настойки равен 7,1 см<sup>3</sup>/г, а отвара – 6,76 см<sup>3</sup>/г.

Содержание суммы флавоноидов в настое составило 92,19 г/см<sup>3</sup>, в отваре – 255,03 г/см<sup>3</sup>. В составе настоя, отвара и настойки содержание антоцианов равно соответственно 0,08%, 0,02% и 0,04% соответственно. Содержание аскорбиновой кислоты в исходном сырье составило 0,05%.

Таким образом, данное сырьё соответствует всем диагностическим признакам, которые используются для установления его подлинности и доброкачественности.

**ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦВЕТКОВ БЕССМЕРТНИКА ПЕСЧАНОГО И ТРАВЫ ЗВЕРОБОЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКСТАН**

В последние годы популярность фитотерапии, несмотря на большие успехи в создании синтетических лекарств, возрастает. Терапевтическое действие лекарственных растений обусловлено содержанием в них комплекса биологически активных веществ (БАВ). Основные (БАВ) лекарственных растений: алкалоиды, аминокислоты, дубильные вещества, флавоноиды, жиры, полисахариды, слизи, смолы, фитонциды, сапонины [1].

Цель данной работы – проведение фармакогностического анализа цветков бессмертника песчаного и травы зверобоя, произрастающих в Республике Узбекистан – наиболее перспективных лекарственных растений для разработки ранозаживляющих средств. Макроскопический, микроскопический анализы и определение числовых показателей исследуемого лекарственного растительного сырья (ЛРС) проводили в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи Республики Беларусь (ГФ РБ).

В результате проведенного макроскопического анализа было установлено:

– *цветки бессмертника песчаного* имеют корзинки шаровидные, одиночные или по несколько вместе на коротких цветоносах длиной до 1 см, диаметром около 7 мм корзинки состоят из многочисленных цветков, расположенных на голом цветоложе, окруженных многочисленными, неплотно прижатыми листочками обертки. Все цветки трубчатые, с хохолком. Листочки обертки вогнутые, сухие, блестящие. Цвет обертки и цветков зеленовато-желтый. Запах слабый, ароматный.

– *трава зверобоя* имеет верхние части стеблей с листьями, цветками, бутонами и недозрелыми плодами. Стебли полые, цилиндрические. Листья сидячие, продолговатые, голые. Цветки многочисленные, около 1-1,5 см в диаметре. Цвет стеблей – от зеленовато-желтого до серовато-зеленого; листьев – от серовато-зеленого до темно-зеленого; плодов – зеленовато-коричневый. Запах слабый, своеобразный.

Микроскопический анализ ЛРС проведен для листа травы зверобоя и листочков обертки цветков бессмертника песчаного. При просматривании листа с поверхности *травы зверобоя* видны клетки эпидермиса с извилистыми стенками, имеющими утолщения, устьица аномоцитного типа, расположены только на нижней части листа. При просматривании листочков обертки с поверхности *цветков бессмертника песчаного* виден эпидермис из слегка вытянутых пористых клеток.

В результате определения числовых показателей ЛРС (потеря в массе при высушивании, общая зола) было установлено: общая зола травы зверобоя и цветков бессмертника песчаного не превышает 8,0 %; потеря в массе при высушивании травы зверобоя и цветков бессмертника песчаного – не более 0,1 %.

В результате проведенного фармакогностического анализа травы зверобоя и цветков бессмертника песчаного, произрастающих в Республике Узбекистан, установлено соответствие требованиям ГФ РБ [2]. Данные ЛРС можно использовать в качестве источника БАВ для дальнейшей разработки ранозаживляющих средств.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Самылина И.А. Атлас лекарственных растений и сырья / И.А. Самылина, А.А. Сорокина, С.Л. Морохина. – Москва: ГЭОТАР – Медиа, 2020. – 207 с.

2. Государственная фармакопея Республики Беларусь: в 2 т. – Т. 2: Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно: Победа, 2012. – С. 316, 346.

**ВЫДЕЛЕНИЕ И УСТАНОВЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ БАКТЕРИЙ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ С МЫТОЙ КОРКОЙ**

До настоящего времени сыродельная отрасль не стремилась вводить в ассортимент слизневые сыры, отличающиеся большей трудоемкостью при изготовлении, однако в настоящий момент появляется все большая потребность и желание выпускать сыры премиум класса [1].

Сырная слизь, формирующая специфические органолептические показатели сыров, представляет собой сообщество солеустойчивых непатогенных нетоксичных бактерий. Они размножаются в аэробных условиях на поверхности сыров и обладают определенными физико-химическими свойствами.

В настоящее время ведется поиск новых штаммов микроорганизмов, обладающих необходимыми свойствами, способными придавать продукции специфический вкус и аромат, а также обогащать его продуцируемыми полезными веществами.

Таким образом, целью исследования стал поиск микроорганизмов, обладающих потенциалом к использованию в молочной промышленности.

На первой стадии эксперимента были выделены из почвы несколько микроорганизмов с неустановленной видовой принадлежностью, способные обитать и размножаться в аэробных условиях на средах с повышенным содержанием поваренной соли.

В данном исследовании культуральные признаки выделенных микроорганизмов сравнивались с культуральными признаками бактерий *Brevibacterium linens*. *Brevibacterium linens* входят в группу «Грамположительные неспорообразующие палочки неправильной формы», род *Brevibacterium* [2]. Они относятся к строгим аэробам, гидролизуют казеин (с образованием аминокислот и аммиака) и желатин и широко распространены в молочных продуктах [3].

На основании способности гидролизовать казеин были отобраны несколько бактерий из выделенных ранее посредством культивирования на питательной среде АГМ.

По морфологическим свойствам культура *B. linens* представляет собой палочковидные, кокковидные или неправильной формы клетки размером 0,6–1,2 × 1,5–6 мкм. Форма клеток может меняться в ходе развития, в старых культурах клеточная популяция представлена мелкими кокками [3]. При развитии культуры *B. linens* на плотных питательных средах наблюдается формирование нескольких видов колоний, имеющих различную цветовую пигментацию: в начале развития серовато-белую, позднее желтую, оранжевую и красную.

Для установления принадлежности выделенного штамма к роду *Brevibacterium* были проведены эксперименты по определению их основных физиолого-биохимических и морфологических признаков. Выделенные бактерии являются: грамположительными, вариабельной формы, не образуют спор, каталазаположительными, оксидазоотрицательными, облигатными аэробами.

В ходе эксперимента методом ТСХ с культурами сравнения *Brevibacterium* и *Corynebacterium* на предмет синтеза аминокислот было установлено, что выделенный штамм является продуцентом 3-х аминокислот, в числе которых лизин и триптофан.

Таким образом, в ходе исследования выделена культура бактерий, изучены ее морфологические и физиолого-биохимические свойства. На основании полученных результатов бактерии выделенного штамма могут быть предварительно отнесены к виду *Brevibacterium linens*, способных к синтезу незаменимых аминокислот – лизина и триптофана.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Николаев А.М., Технология мягких сыров // Москва. – 1980. – 210 с.
2. Определитель бактерий Берджи. – М.: Мир. – 9-е изд. – т. 2. – 1997. – 325 с.
3. Перфильев Г.Д. Изучение свойств *Brevibacterium linens* / Г.Д. Перфильев, В.А. Мордвинова, А.В. Чубенко, Л.С. Матевосян // Журнал: сыроделие и маслоделие. – 2010. – С. 33-35.

## МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ БИОЦИДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМ ГРИБАМ

Древесина является одним из древних и широко распространенных строительных материалов. Она и в настоящее время широко используется в качестве различных деревянных конструкций, элементов при сооружении жилых домов, объектов промышленного, административного, культурного и спортивного назначения, а также для различного рода хозяйственных построек как в городских условиях, так и в сельской местности [1].

Некоторые классы грибов могут разрушать клеточные стенки древесины и существенно изменять ее физико-механические свойства. Такой процесс называется гниением древесины, а вызывающие его грибы — дереворазрушающими [2].

В качестве средств защиты древесины от поражения мицелиальными грибами применяют различные препараты, предотвращающие их развитие. Проверка эффективности новых препаратов проводится при помощи микроорганизмов. Существуют как стандартные микробиологические методы оценки биоцидного потенциала антимикробных веществ, пригодные для большинства защитных препаратов, так и специфические. Стандартные методы могут характеризоваться высокой погрешностью результатов в связи с тем, что они не учитывают особенности применения разрабатываемых составов. Поэтому так важно разрабатывать новые и модифицировать уже существующие методы, применение которых позволит максимально приблизить эксперимент в лабораторных условиях к тем, в которых будут применяться биоциды.

Таким образом, целью нашего исследования стала модификация метода оценки эффективности фунгицида по отношению к дереворазрушающим грибам. Выполнение исследований финансировалось в рамках НИР “Молекулярный дизайн, синтез и биотестирование циклических производных халконов” ГПНИ “Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия”. На первой стадии эксперимента устанавливали биоцидный потенциал новых разработанных антимикробных препаратов стандартным диффузионным методом. В качестве исследуемых образцов использовали фунгициды WF-1 – WF-7 в концентрациях 0,025% - 3%. В качестве тест-культур – *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*

В ходе исследования установлено, что наибольшей биоцидной активностью обладает образец WF-2, который и был взят в качестве модельного при модификации метода оценки эффективности фунгицидов. Пластины шпона (размер 5x5) в течении 10 минут замачивали в 10 мл раствора антифунгального препарата WF-2 (контроль – в дистиллированной воде), затем оставляли на естественную сушку в течении суток. Полученные пластины помещали в чашки Петри с водным агаром. На шпоне размещали медальоны (диаметр 10 мм) с тест-культурой газонем вниз. Посевы инкубировали при температуре 30 °С, в течении 45 суток. Определяли ширину зон роста культур. В качестве тест культуры использовали *Aspergillus niger*.

Полученные в ходе эксперимента результаты позволили установить, что по отношению к *Aspergillus niger* фунгицидной активностью биоцид WF-2 обладает при концентрации  $\geq 1,5\%$  (минимальная ингибирующая концентрация), что значительно превышает результаты, полученные стандартным диффузионным методом (МИК в диффузионном методе – 0,1%). Такая разница обусловлена, по-видимому, особенностями применения разрабатываемого препарата и накопления его в древесине и свидетельствует о невозможности получения корректных результатов для подобных препаратов стандартным диффузионным методом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Блинцов А.И. Охрана и защита леса: учеб. Пособие. – Минск: РИПО. – 2016. – 294 с.
2. Стороженко В.Г., Крутов В.И., Руоколайнен А.В. Атлас-определитель дереворазрушающих грибов лесов Русской равнины. – М.: Аквариус. – 2016. – 200 с.

**ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА С  
ЗОЛОЙ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ**

Полиолефиновые композиты на основе кремнезема вызвали большой интерес у исследователей. Диоксид кремния может быть более эффективным в повышении механической прочности и стойкости к истиранию полипропилена (ПП) и полиэтилена высокой плотности (HDPE), чем обычные наполнители из-за его небольшого размера и эффекта поверхностной границы раздела [1]. При этом работ, посвященных использованию диоксида кремния в качестве наполнителя полимеров помимо ПММА и ПС (в том числе в сравнении с другими минеральными наполнителями) значительно меньше.

Так же работ, посвященных использованию диоксида кремния в качестве наполнителя других полимеров, (в том числе в сравнении с другими минеральными наполнителями) значительно меньше.

В исследовании [13] был произведен анализ состава рисовой шелухи, который состоит на 97,64% из углерода и диоксида кремния. И чего следуют перспективы использования золы рисовой шелухи в качестве наполнителя для полимерных материалов.

Зола рисовой шелухи является одним из наиболее доступных материалов в странах, выращивающих рис. Более 75 стран выращивают рис по всему миру, главным из них является Китай. Ежегодно производится около 770 миллионов метрических тонн риса, из которых более 10% составляет шелуха.

Для получения смеси полиэтиленового воска и золы рисовой шелухи была применена следующая методика, описываемая ниже.

В термостойкий стакан помещалась навеска воска и ставилась на песчаную баню, чтобы не допускать перегрева низкомолекулярной добавки. При полном расплавлении воска в него вмешивалась навеска золы рисовой шелухи до однородности. Полученная смесь извлекалась из стакана и остывала на подготовленной поверхности (чтобы избежать прилипания к столу на него подкладывался лист бумаги, на котором и происходило остывание). Застывшая смесь подвергалась механическому измельчению при помощи дробилки.

В ходе исследовательской деятельности было выявлено, что поверхность композиций 2, 3, 4, 5 имела шероховатые чешуйки получаемого материала. Так же при переработке композиции 5 на поверхности были обнаружены капельки жидкости, предположительно этой жидкостью будем считать выделившийся низкомолекулярный полиэтиленовый воск. При хранении полученных композиций явных признаков разделения смеси не наблюдалось.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Tasdemir, Munir. The mechanical and morphological properties of HDPE composites filled with SiO<sub>2</sub>, ZnO, Mg(OH)<sub>2</sub> and CaCO<sub>3</sub> nano powder. Revista Romana de materiale. Romanian journal of materials (RRM) – 2013. № 43. pp. 417 – 424.

2. Боброва Валерия Владимировна, Прокопчук Николай Романович, Ефремов Сергей Анатольевич, Нечипуренко Сергей Витальевич Углерод-кремнистый наполнитель для эластомерных композиций // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2022.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Нефтяные масла широко используются в резиновой промышленности в качестве пластификаторов и мягчителей резиновых смесей и по объему применения занимают третье место после каучуков и технического углерода. Однако нефтяные масла содержат полициклоарены, в том числе канцерогенные, которые могут вызвать проблемы с окружающей средой и токсичностью. В связи с этим разработке эффективных методов очистки нефтехимического сырья от полициклоаренов уделяется большое внимание [1].

Целью работы являлось исследование влияния пластифицирующих добавок на технологические свойства резиновых смесей на основе комбинации каучуков общего назначения.

Объекты исследования – эластомерные композиции на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД, содержащие нефтяные масла. Исследуемые добавки представляют собой экстракт селективной очистки вакуумного дистиллята ВД-4 и его рафинаты, очищенные различными технологиями: рафинат, полученный в процессе селективной очистки экстракта ВД-4 растворителем N-метилпирролидоном, содержащим 10 масс. % этиленгликоля (далее – N-МП + 10 масс. % ЭГ); рафинат, полученный в процессе экстракции окисленного экстракта ВД-4 при температуре 60°C растворителем N-МП + 10 масс. % ЭГ; рафинат, полученный в процессе экстракции предварительно обработанного в течении 3 минут СВЧ-облучением экстракта ВД-4 растворителем N-МП + 10 масс. % ЭГ. В качестве образца сравнения выступала резиновая смесь, содержащая масло И-40, применяемое в резиновой промышленности. Исследуемые пластифицирующие компоненты вводились в резиновые смеси в дозировке 5,0 и 10,0 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука. Исследование вязкостных свойств резиновых смесей выявило, что показатели вязкости по Муни имеют близкие значения у смесей содержащих И-40 и экстракт ВД-4, в то время как введение в композиции рафинатов ВД-4 приводит к увеличению данного показателя на 6,6–17,4%. Вместе с тем, повышение дозировки пластифицирующих добавок до 10,0 масс. ч. приводит к незначительному снижению вязкости по Муни. В результате проведенных исследований выявлено, что введение в резиновые смеси экстракта ВД-4 не оказывает влияния на минимальный крутящий момент. Применение же очищенных компонентов в эластомерных композициях увеличивает значения минимального крутящего момента до 17,8% по сравнению с композициями с маслом И-40. В тоже время, наблюдается незначительное влияние исследуемых добавок на максимальный крутящий момент и на время достижения оптимальной степени вулканизации. Так значения максимального крутящего момента образцов варьируются от 33,86 до 38,12 дН·м, в зависимости от дозировки, а время достижения оптимальной степени вулканизации – 7,94–8,66 мин.

Таким образом, результаты исследования технологических свойств резиновых смесей на основе каучуков общего назначения показали, что введение рафинатов приводит к увеличению вязкости по Муни и минимального крутящего момента и практически не оказывает влияния на максимальный крутящий момент и время достижения оптимальной степени вулканизации. Такой характер изменения характеристик смесей с исследуемыми добавками может быть обусловлен составом и совместимостью пластифицирующих компонентов с эластомерной матрицей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бенабиди, Б. Получение экологически безопасных ароматических масел-мягчителей каучука и резины / Б. Бенабиди, А.А. Гайле, Н.В. Кузичкин // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2015. – № 30. – С. 42–48.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ УФ-ОТВЕРЖДАЕМЫХ ЛАКОВ**

Качество лакового покрытия определяется как степень однородности морфологии и свойств во всем объеме пленки, а также ее твердость, адгезия и т.д. В данной работе будет сделан акцент на определение твердости лакового покрытия и факторов, влияющих на таковое.

УФ-лаки радикального типа отверждения – раствор акриловых смол и жидких полимеров, которые закрепляются под воздействием УФ-излучения с длиной волны от 250 до 400 нм. В состав УФ-лака входит акриловый полимер или олигомер, акриловые мономеры, фотоинициаторы и добавки. Основной частью УФ-отверждаемых лаков является связующее, так называемая фотополимеризующая композиция (ФПК), которая и определяет сам факт отверждения краски под действием УФ-излучения.

Основной метод оценки лакового покрытия – это определение его твердости, т.е. сопротивления поверхности полимерного покрытия местным деформациям. По твердости можно судить о степени отверждения покрытия. На сегодняшний день используются несколько основных методов определения твердости лакового покрытия: метод карандаша (ASTM Designation: D 3363 – 00), метод маятника (ASTM Designation: D 4366 – 95), метод определения микротвердости (ISO 14577-1:2002) [1].

К добавкам, используемым в составе клеев, предъявляются следующие требования: иметь необходимые спектральными характеристиками (не поглощать УФ-лучи) и обладать совместимостью с полимером основы, добавки не должны являться ни ингибиторами процесса сшивки, ни агентами передачи цепи.

На качество лакового покрытия влияют внутренние напряжения, возникающие на границе раздела матрица-добавки и различия в термических коэффициентах линейного расширения (ТКЛР) пленки и подложки при изменении температуры. Чем больше разница в ТКЛР, тем сильнее внутренние напряжения в лаковой пленке.

Наличие различных наполнителей в лаковой композиции может оказывать влияние на глубину УФ-отвержденного слоя, т.к. наполнители мигрируют к поверхности, что приводит к задержке УФ-лучей в верхних слоях пленки. Миграция наполнителя снижается с ростом продолжительности УФ-облучения в связи с увеличением плотности сшивки макромолекул и повышением вязкости системы. На равномерность отверждения также влияет степень агломерации добавок. Чем она выше, тем не равномернее по объему и по глубине происходит сшивка макромолекул.

На твердость лакового покрытия также влияет твердость субстрата (подложки), наличие и концентрация мономеров с большим количеством концевых акрилатных групп. С повышением концентрации в лаковой композиции подобных мономеров (пример: триметилпропантриакрилат), повышается твердость лаковой пленки [1].

Одним из методов повышения технико-технологических параметров (качества) лаковых покрытий является внесения наполнителя на основе стеклянных микросфер. Стеклянные (полые) микросферы на основе натронной извести, боросиликата или на основе других щелочно-боросиликатных систем позволяют снизить расход пигментов при изготовлении лаков, улучшить укрывистость, физико-механические свойства, повысить коррозионное сопротивление, химическую устойчивость лаковых покрытий.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Jae-Hoon Choi. Three Hardness Test Methods and Their Relationship on UV-Curable Epoxy Acrylate Coatings for Wooden Flooring Systems / Jae-Hoon Choi, Hyun-Joong Kim // J. Ind. Eng. Chem. 2006, vol.12, no.3, pp. 412-417 (6 pages).

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ**

Объем производства полиуретана (ПУ) составляет примерно 6% из более чем 450 тыс. тонн пластмасс, ежегодно изготавливаемых в мире. Сфера производства обуви является довольно крупной отраслью. Продукция этой сферы реализуется на рынках всех стран. Полиуретаны широко используются в сфере производства обуви для различных целей. Подобные материалы применяются при изготовлении как обычной рабочей обуви, так и лыжных ботинок, спортивной обуви. При изготовлении изделий производители используют термореактивный полиуретан либо термопластичный полиуретан (ТПУ).

Сфера производства обуви довольно динамично развивается – производители стараются улучшать эксплуатационные свойства обуви, в частности ее низкотемпературные характеристики, стойкость к абразивному изнашиванию, а также привлекательность внешнего вида [1].

Вторичный полиуретан может быть полностью переработан. Создание композиций на основе вторичного полиуретана снижает затраты на первичное сырье, а также расширяет границы их применения и увеличивает номенклатуру полимерных материалов. Модификация вторичного полиуретана дисперсными наполнителями позволяет решить вопросы экономические вопросы, а также снизить нагрузку на окружающую среду [2].

Целью данной работы является разработка полимерных композиций на основе вторичных полиуретанов и дисперсного наполнителя для дальнейшего практического применения.

Объектом исследования данной работы является вторичный полиуретан на основе простых полиэфиров, вторичный полиуретан на основе сложных полиэфиров и вторичный полиуретан на основе простых и сложных полиэфиров, являющимися отходами обувной промышленности.

Для разработки рецептур на основе вторичного полиуретана был выбран минеральный дисперсный наполнитель (каолин, пирогенная двуокись кремния «Аэросил»). Добавление дисперсного наполнителя «Аэросил» повышает значение твердости полимерной композиции вторичных полиуретанов на 13%. Введение каолина увеличивает значение показателя твердости на 12%. Поскольку твердость – показатель, измеряемый не в объеме, а на поверхности системы, можем сделать вывод, что с увеличением концентрации дисперсного наполнителя, частицы мигрируют к поверхности, тем самым повышая твердость композиции.

Введение «Аэросила» в количестве всего 0,1 мас. % ко вторичному полиуретану позволяет добиться снижения показателя истирания на 41%. Введение 5 мас. % каолина к полиуретану на основе простых полиэфиров позволяет добиться снижения показателя истирания на 24%. Это может быть связано с пластинчатой структурой каолина. Каолин имеет чешуйчатое строение частиц, что позволяет, при взаимодействии с матрицей полимера, «укладываться» на поверхность наполнителя.

В целом модификация дисперсными наполнителями приводит к повышению ряда характеристик вторичных полиуретанов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Зонненшайн, М. Полиуретаны. Состав, свойства, производство, применение / М. Зонненшайн – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 576 с
2. Бюист Дж. М. Композиционные материалы на основе полиуретанов / Дж. М. Бюист; пер. с англ. под ред. Ф. А. Шутова – Москва: Химия, 1982. – 240 с.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛА БЕЛОРУССКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Производство высококачественных лакокрасочных материалов, удовлетворяющих всем современным требованиям, невозможно без постоянного совершенствования рецептур и поиска новых решений, позволяющих снизить себестоимость продукции и одновременно сохранить ценные свойства материала [1].

Одним из основных компонентов лакокрасочных материалов (ЛКМ) является наполнитель. Это неорганическое вещество нерастворимое в дисперсионных средах применяется для экономии пигментов и снижения стоимости ЛКМ. При правильном подборе системы пигмент – наполнитель можно улучшить свойства ЛКМ, придать им определенную вязкость, улучшить розлив, предотвратить оседание твердых частиц, повысить прочность и атмосферостойкость покрытий. В данной работе исследована возможность применения мела белорусского месторождения г. п. Красносельский (мел Б) в производстве органорастворимых ЛКМ и осуществлен сравнительный анализ его свойств с техническим дисперсным мелом марки МТД-2. В работе определены свойства исследуемых марок мела (таблица) и их диспергируемость в алкидном лаке ПФ-060. Показатели определяли согласно соответствующих методик испытаний, ГОСТ. Покрытия наносили на металлические (сталь 08 кп) и стеклянные подложки методом пневматического распыления и формировали при температуре окружающей среды (толщина покрытий – 15–45 мкм).

Таблица – Характеристики мела

Характеристики мела	Мел Б	МТД-2
Массовая доля водорастворимых в-в, %	1,1	0,25
Массовая доля в-в, нерастворимых в HCl, %	2	–
Массовая доля влаги, %	0,4	0,3
pH	7	–
Маслоемкость, г/100 г	22,3	21,83
Насыпной объем, мл/г	6,02	1,9
Остаток на сите с сеткой №, %		
№ 0,25	8,73	0,29
№ 0,315	7,01	–
№ 0,4	10,2	–

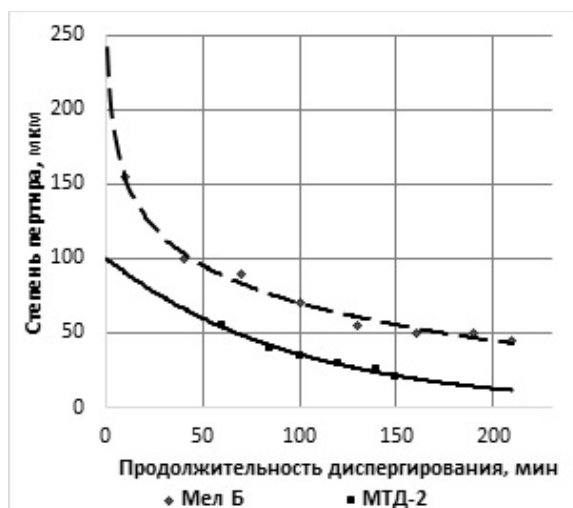


Рисунок – Зависимость степени перетира от продолжительности диспергирования

В результате проведенной работы было выявлено, что мел белорусского месторождения отличается большей дисперсностью и долей водорастворимых веществ. Маслоемкости у МТД-2 и Мел Б имеют приблизительно равные значения. При длительном диспергировании (2,5 ч) степень перетира у белорусского мела достигла требуемого значения. Декоративные и физико-механические свойства покрытий на основе исследуемых марок мела практически равны (твердость – 0,13 отн. ед., адгезия – 1 балл, прочность при ударе – 60 см).

На основании исследований можно сделать вывод, что при условии предварительной обработки (просеивание и др.) возможно применение мела белорусского месторождения г. п. Красносельский в производстве органорастворимых ЛКМ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Способы улучшения свойств лакокрасочных покрытий с помощью введения различных наполнителей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-uluchsheniya-svoystv-lakokrasochnyh-pokrytiy-s-pomoschyu-vvedeniya-razlichnyh-napolniteley-obzor>. Дата доступа: 07.11.2022.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ НА СВОЙСТВА АЛКИДНО-СТИРОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

Алкидно-стирольные лакокрасочные покрытия получили широкое распространение в промышленности, т. к. имеют ряд преимуществ – хорошая адгезия, стойкость к воздействию щелочей, эмульсий и масел. Но покрытия на их основе характеризуются недостаточной твердостью. В работе изучена возможность улучшения свойств алкидно-стирольных покрытий введением нефтеполимерных смол (НПС).

Объектами исследования являлись нефтеполимерные смолы «Пиропласт-2К» (ТУ 2451-00849740748-2006) и «Химпласт» (ТУ 2451-001-60928760-09), которые вводили в «Хималкид 40/60» (ТУ У 24.1-13395997-014:2006) в количестве 10%, 20%, 30% от массы пленкообразователя с учетом сухого остатка. Влияние смол на свойства алкидно-стирольных покрытий оценивали по изменению показателей твердости и гель-золь фракции.

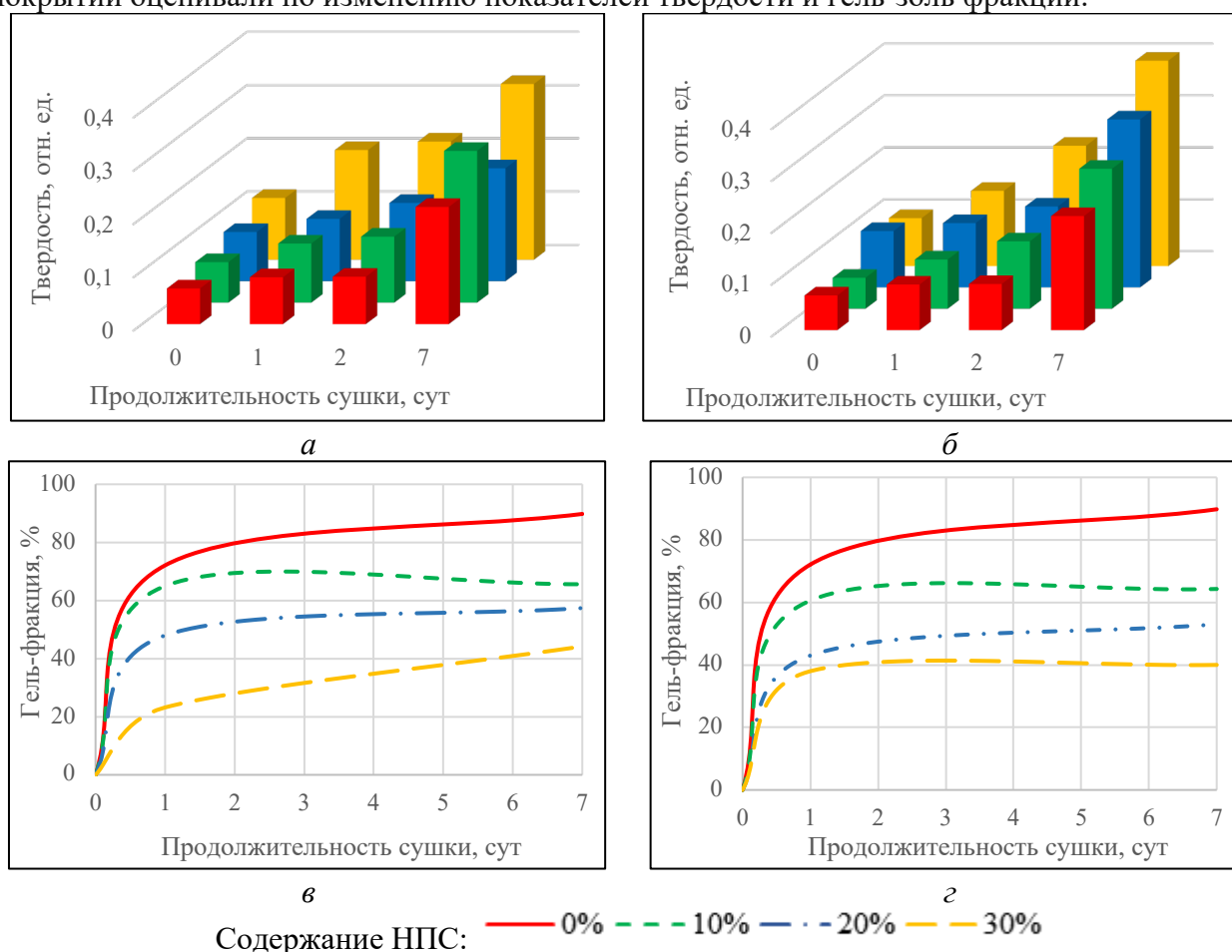


Рисунок – Кинетика изменения твердости (а, б) и гель-фракции (в, г) покрытий в зависимости от марки и количества НПС: а и в – «Пиропласт-2К», б и г – «Химпласт»

Введение НПС в количестве от 10% до 30% положительно сказывается на улучшении свойств алкидно-стирольных покрытий. Наиболее высокие показатели достигнуты при использовании НПС «Химпласт». Твердость по сравнению с немодифицированным составом увеличилась в 2 раза (до 0,4 отн. ед.).

Покрытия немодифицированные НПС характеризуются высокими значениями гель-фракции (около 90 %), значит сетчатая структура сформировалась в большей степени или более равномерно. При введении НПС ускоряется процесс окислительной-полимеризации за счет чего поверхностная твердость нарастает быстрее, что ограничивает подвижность макромолекул и снижает степень взаимодействия и количество образованной трехмерной сетки.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ В АЛКИДНЫХ ПОКРЫТИЯХ

Алкидные лакокрасочные покрытия получили широкое распространение в промышленности, т. к. имеют ряд преимуществ – простота распределения по поверхности подложки, широкая область применения, невысокая стоимость. Но покрытия на их основе характеризуются недостаточной твердостью. В работе изучена возможность улучшения свойств алкидных покрытий введением нефтеполимерных смол (НПС).

Объектами исследования являлись нефтеполимерные смолы «Пиропласт-2К» (ТУ 2451-00849740748-2006) и «Химпласт» (ТУ 2451-001-60928760-09), которые вводили в алкидный лак ПФ-060 (ТУ 2311-015-02959729-2004) в количестве 10%, 20%, 30% от массы пленкообразователя с учетом сухого остатка. Влияние смол на свойства алкидных покрытий оценивали по изменению показателей твердости и гель-золь фракции.

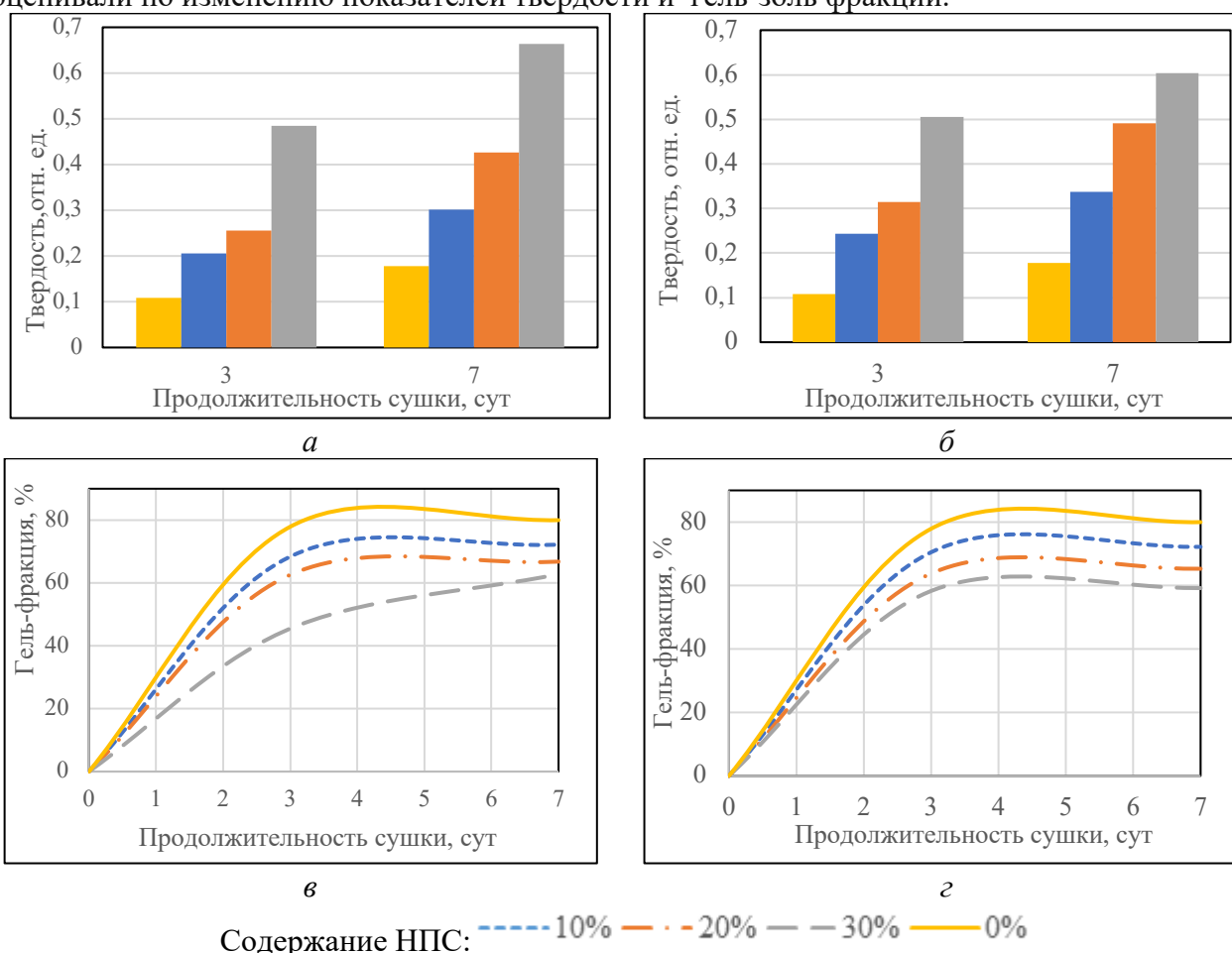


Рисунок – Кинетика изменения твердости (а, б) и гель-фракции (в, г) покрытий в зависимости от марки и количества НПС: а и в – «Пиропласт-2К», б и г – «Химпласт»

Покрытия немодифицированные НПС характеризуются невысокой твердостью, но лучшими значениями гель-фракции. Введение НПС в количестве от 10% до 30% положительно сказывается на улучшении твердости алкидных покрытий, но гель-фракция покрытий снижается. Это можно объяснить тем, что введением НПС ускоряет процесс окислительной-полимеризации, за счет чего поверхностная твердость нарастает быстрее, что ограничивает подвижность макромолекул и снижает степень взаимодействия и количество образованной трехмерной сетки. Наиболее высокие показатели твердости достигнуты при использовании НПС «Пиропласт 2К».

**ВЛИЯНИЕ НАНООКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА ПЭТ**

Текстильные материалы на основе ПЭТ волокон широко применяются во всех отраслях промышленности, сельском хозяйстве и быту. Связано это с уникальными свойствами полиэфирных волокон: помимо высоких технических характеристик (однородность по толщине, высокая прочность, химическая стойкость, устойчивость к многократным деформациям), изделия из них характеризуются хорошими воздухопроницаемостью и гипоаллергенностью. Почти единственный недостаток изделий из полиэфирных волокон - их высокая горючесть [1]. Достаточно эффективными методами огнезащиты синтетических волокнообразующих полимеров являются: внесение замедлителей горения в расплав полимера, модификация химического состава мономеров и поверхностная обработка волокон на стадии их получения. Вместе с тем введение замедлителей горения в реакционную смесь на стадии получения полимера или в его расплав приводит к падению физико-механических и волокнообразующих свойств полимерного материала, а поверхностная пропитка замедлителями горения неустойчива к водным обработкам из-за химической инертности полиэфирного материала и бездефектности поверхности его волокон. Поэтому, актуальной является проблема создания волоконной продукции пониженной горючести в сочетании с высокими физико-механическими показателями.

Цель работы – модифицировать полиэтилентерефталат на стадии его синтеза в лабораторных условиях наночастицами диоксида титана ( $TiO_2$ ); сформировать мононити и их термовытянуть методами, приближенными к промышленной технологии производства полиэфирных нитей на ОАО «Могилевхимволокно»; изучить их стойкость к горению и механические свойства; предложить гипотезу замедления горения и упрочнения ПЭТ при его модифицировании наночастицами  $TiO_2$ . Устойчивость к горению образцов ПЭТ определялась по ГОСТ 28157-2018 и ГОСТ 12.1.044-89. Параметр  $E_d$  рассчитывали методом Бройдо по данным динамической термогравиметрии, выполненной на термоаналитическом приборе TA 4000 Mettler Toledo Instruments, Швейцария. Механические свойства мононитей ПЭТ, термовытянутых в 4,5 раза, оценивали с помощью тензометра «Т 2020» фирмы Alpha Technologies.

В результате исследований установлено комплексное положительное влияние наночастиц  $TiO_2$  на свойства ПЭТ: замедление горения и упрочнение мононитей. Предложен возможный механизм замедления горения и упрочнения: наночастицы образуют систему взаимопроникающих физических сеток в объеме ПЭТ (сетка, образованная карбонильными и гидроксильными группами макромолекул полимера пронизывается сеткой из наночастиц  $TiO_2$  с высокой поверхностной энергией). В такой системе повышается потенциальный барьер  $E_d$  разрушения химических связей в макромолекулах, а, следовательно, и процессов механодеструкции и высокотемпературного окисления (горения). Кроме того, наночастицы замедляют развитие цепных процессов, взаимодействуя с образующимися макрорадикалами, снижая их активность. Определено оптимальное содержание вводимых при синтезе ПЭТ наночастиц  $TiO_2$ , равное 0,015 мас.%, при котором достигаются максимальные показатели наномодифицирования: рост энергии активации термоокислительной деструкции  $E_d$  с 180 кДж/моль до 200 кДж/моль; снижение суммарного времени горения ( $t_{с.г.}$ ) с 22 до 1 с; увеличение прочности при разрыве с 26 до 35 сН/текс и модуля упругости с 420 до 570 сН/текс при практически неизменном относительном удлинении при разрыве.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Рева О.В., Назарович А.Н., Богданова В.В. Закрепление антипиренов на поверхности полиэфирных волокон // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. - 2019. Т.3, № 2. С. 107-116.

## ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СТАРЕНИЕ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА

Традиционно наиболее подходящим наполнителем для силиконовых каучуков считается кремнекислотный наполнитель [1], однако в настоящее время является актуальным вопрос поиска новых материалов и снижения себестоимости резиновых смесей на основе данных каучуков. Целью данной работы было исследование влияния содержания кремнекислотного наполнителя и гидрофобизированного мела на свойства резин. Для испытаний использовались образцы, наполненные 10 и 20 масс. ч. кремнекислотного наполнителя (ККН) и 10, 20 и 30 масс. ч. гидрофобизированного мела. Образцы были подвергнуты тепловому старению в термошкафу при температуре 125°C в течение 72 ч. В таблице 1 приведены условная прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве образцов до и после старения.

Таблица 1 – Прочностные характеристики резин до и после старения

Шифр образца резины	Условная прочность при растяжении, МПа		Относительное удлинение при разрыве, %	
	до старения	после старения	до старения	после старения
Исходный	7,3	5,9	620	438
ККН 10	6,8	5,2	600	283
ККН 20	4,5	3,6	380	180
М 10	5,2	5,0	480	395
М 20	4,9	4,5	460	363
М 30	4,7	4,2	460	373

В таблице 2 представлены коэффициенты старения резин по условной прочности при растяжении и относительному удлинению при разрыве.

Таблица 2 – Коэффициенты старения резин

Шифр образца резины	Коэффициент старения по условной прочности при растяжении	Коэффициент старения по относительному удлинению при разрыве
Исходный	1,24	1,42
ККН 10	1,31	2,12
ККН 20	1,25	2,11
М 10	1,04	1,22
М 20	1,09	1,27
М 30	1,12	1,23

Как можно увидеть из представленных данных, интенсивность старения в случае введения двух различных наполнителей – ККН и мела – различна. Старение протекает в меньшей степени при введении в резиновые смеси гидрофобизированного мела относительно как условной прочности при растяжении, так и относительного удлинения при разрыве. При этом с увеличением содержания мела коэффициент старения незначительно возрастает в случае условной прочности при растяжении. Коэффициент относительного удлинения изменяется с некоторым возрастанием у образца, наполненного 20 масс. ч. мела, однако данное изменение лежит в пределах статистической погрешности. Данные результаты являются основанием утверждать то, что гидрофобизированный мел является подходящим наполнителем для резин на основе силиконовых каучуков, работающих в условиях повышенных температур и не испытывающих высокие статические нагрузки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ghunem, R. A. Common perceptions about the use of fillers in silicone rubber insulation housing composites / R. A. Chunem, Y. Hadjadj, H. Parks // *Energies*. – 2021. – Т. 14, № 12. – С. 3655–3664.

**РАЗРАБОТКА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ АМБРОКСОЛА ГИДРОХЛОРИДА В  
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ**

Важное место в системе государственного санитарного надзора занимает контроль над содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферы. Он проводится для установления соответствия фактических концентраций опасных загрязнителей в воздухе их предельно допустимым концентрациям (ПДК) и ориентировочно безопасным уровням воздействия, что позволяет предупредить возможное превышение ПДК и обеспечивает безопасные условия труда людей и сохранение материальных ценностей.

Амброксол гидрохлорид по степени воздействия на организм относится к 3 классу опасности (вещество умеренно опасное). В фармацевтической промышленности при производстве готовых лекарственных форм, данное соединение поступать в воздушную среду в виде мелкодисперсного аэрозоля (пыли), и оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье персонала. Вследствие этого, необходим контроль состояния воздушной среды при производстве данного лекарственного средства.

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствует метрологически аттестованная методика определения амброксола гидрохлорида в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе, и разработка данной методики является актуальной.

Целью работы было проведение исследований по разработке и метрологической аттестации методик определения фармацевтической субстанции амброксола гидрохлорида в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе спектрофотометрическим методом.

Исследования проводили с использованием спектрофотометра «Cary 60» (Agilent Technologies, США), использовали кварцевые кюветы с толщиной поглощающего слоя 1 см.

Принцип метода основан на концентрировании амброксола гидрохлорида из воздуха на фильтры АФА-ВП, экстракции его с фильтров метанолом, концентрировании экстракта путем полного удаления метанола, растворении сухого остатка в дистиллированной воде, проведение реакций с 3-метил-2-бензотиазолинона гидразона гидрохлорида в присутствии аммония церия (IV) сульфата и последующем определении окрашенного в малиновый цвет продукта реакции спектрофотометрическим методом при длине волны 570 нм, по отношению к раствору сравнения, который готовят одновременно и аналогично пробам, используя дистиллированную воду.

В результате исследований подобраны условия отбора проб воздуха и пробоподготовки, установлены оптимальные условия детектирования спектрофотометрического анализа и проведены экспериментальные исследования по набору статистических данных для установления метрологических характеристик методики.

Вычисление массовой концентрации амброксола гидрохлорида проводят по предварительно построенному градуировочному графику зависимости оптической плотности от массовой концентрации вещества в растворе в диапазоне от 100 до 500 мкг/см<sup>3</sup>.

Массовую концентрацию амброксола гидрохлорида в воздухе рассчитывают с учетом массовых концентраций, найденных по градуировочному графику, объема раствора пробы и отобранного объема воздуха, приведенного к стандартным условиям.

Диапазон измеряемых концентраций амброксола гидрохлорида в воздухе рабочей зоны составляет от 2,0 до 50,0 мг/м<sup>3</sup> и 48,0 до 1920,0 мкг/м<sup>3</sup> в атмосферном воздухе, при отборе объема воздуха, зависящего от предполагаемой концентрации амброксола гидрохлорида.

Исследования выполнены в рамках подпрограммы 2 «Нормативно-правовая база» ГНТП «Разработка фармацевтических субстанций, лекарственных средств и нормативно-правового обеспечения фармацевтической отрасли».

Научное издание

**НАУКА – ШАГ В БУДУЩЕЕ**

Тезисы докладов  
XVI студенческой научно-практической конференции  
факультета технологии органических веществ

30 ноября – 1 декабря 2022 г.

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

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