

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики

Российское химическое общество имени Д.И. Менделеева
(Санкт-Петербургское отделение)

ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий
в научно-технической сфере»

**Всероссийская научно-практическая конференция
студентов и молодых ученых**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ,
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ
И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

(Часть 1)



9-10 апреля 2020 г.

**Санкт-Петербург
Россия**

УДК 001.891

ББК 72

Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.1) / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2020. – 315 с.

ISBN 978-5-916-46-200-5

В настоящем сборнике представлены материалы молодых ученых, аспирантов и студентов вузов Санкт-Петербурга и других городов РФ по итогам Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности», которая проходила 9-10 апреля 2020 года в г. Санкт-Петербурге.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.

Материалы представлены в авторской редакции. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

ISBN 978-5-916-46-200-5

© Высшая школа технологии и энергетики
СПбГУПТД, 2020

© Морева Ю.Л., Суставова Т.А., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аширова М.С., Демьянцева Е.Ю.</i> Анализ адсорбционной способности веществ, обладающих антимикробными свойствами.....	9
<i>Бериашвили А.Т., Николаева Н.В.</i> Исследование возможности извлечения цветных металлов из полиметаллического сырья различного состава	11
<i>Боев С.С., Тополок Ю.А., Жилыева Н.А., Ермилова М.М., Малыгин А.А., Михайловский С.В., Малков А.А.</i> Окислительное дегидрирование этана на гетерогенных твердофазных системах	14
<i>Болгов Д.Г., Марченко Р.А., Шуркина В.И.</i> Влияние способа размола на эффективность разработки волокнистого материала.....	17
<i>Братасюк Н.А., Зуев В.В.</i> Эпоксиретановые нанокompозиты с функционизированным нитридом бора	20
<i>Васильева Д.Ю., Юртаева Л. В., Алашкевич Ю.Д.</i> Роль процесса размола волокнистых полуфабрикатов в получении микрокристаллической целлюлозы.....	22
<i>Шеломенцев В.В., Ведерников Д.Н.</i> Выделение нейтральных веществ листовного сульфатного мыла.....	25
<i>Глебова Е.В., Волохина А.Т., Вихров А.Е.</i> Снижение производственного травматизма на предприятиях ТЭК на основе разработки и внедрения поведенческого аудита безопасности	28
<i>Воробьев С.В., Кошелев В.Н.</i> Исследование антиоксидантных свойств производных фенолов с фрагментами лактамов: теоретические и практические методы.....	31
<i>Выскубов Д.С., Григорьев А.С.</i> Регулирование пористой структуры носителей в алюмооксидных системах.....	34
<i>Ганин С.В., Еремин А.В.</i> Альтернативные порофторы для получения пеноалюминия	38
<i>Быкова О.В., Герасимова А.Д., Сафонова М.Е., Савиновских А.В., Артёмов А.В., Бурындин В.Г.</i> Получение древесного пластика на основе модифицированного березового опила	41
<i>Голиченко Э.С., Строганова М.С.</i> Интегральная оценка качества природных вод Курортного района Санкт-Петербурга по гидрохимическим индексам.....	45
<i>Гончаров А.В., Решетова Н.С.</i> Анализ рисунков ножевых размалывающих гарнитур дисковых мельниц	49
<i>Григорьева Д.М., Султанова Е.И.</i> Определение тиофена в смоле коксования Ленинградских сланцев	53
<i>Грушко О.И., Проскурина О.В.</i> Синтез и характеристика нанокристаллического $CO_{0,3}ZN_{0,7}FE_2O_4$	55
<i>Губин А.А., Руденок Ю.С.</i> Синтез фосфониевых солей бетулоновой кислоты	58
<i>Гушшамова В.Н., Морданов С.В., Хомяков А.П., Мухновский В.А.</i> Исследование гидродинамики в трубном пространстве теплообменного аппарата	60
<i>Данилкина Е.А., Павлова Е.Ю.</i> Влияние метода инкапсулирования на степень загрузки фуллеренола в липосомальных растворах.....	64

<i>Дауди Д.И.</i> Разработка полимочевинных пластичных смазок с использованием парафиново-нафтенного масла VHVI-4 в качестве дисперсионной среды	67
<i>Жевненко М.Ю., Демьянцева Е.Ю., Деркачева О.Ю.</i> Получение полимерных продуктов на основе таллового масла	70
<i>Едзиева Д.Р., Потешкина К.А., Давлетишина Л.Ф.</i> Исследования свойств ксантана в зависимости от молекулярной массы	72
<i>Ершова А.С., Савиновских А.В., Артёмов А.В.</i> Исследование возможности использования борщевика сосновского как сырья для получения растительных пластиков	75
<i>Ефимова В.В., Кузнецова Н.А.</i> Использование сетчатых полимерных материалов для изготовления контактных массообменных устройств	79
<i>Жданов Н.А., Осовская И.И.</i> Амбергум – связующее для получения покрытий	82
<i>Животенко Т.С., Санникова Н.Ю., Суханов П.Т.</i> Применение природных сорбентов для очистки сточных вод производства синтетического каучука	85
<i>Зайцева Е.А., Еремин И.С., Лаврентьев А.Е.</i> Использование отходов агропромышленного комплекса для получения сорбирующих материалов	87
<i>Заруцкий А.Е., Александров А.В.</i> Методика оценки диспергирующей способности обезвоживающих элементов сеточного стола бумагоделательной машины и алгоритм ее реализации	90
<i>Захаревич А.А., Шаова А.А.</i> Биоразлагаемые материалы, на основе целлюлозосодержащих отходов деревообрабатывающих производств	93
<i>Зырянов Д.Е., Решетова Н.С., Алашкевич Ю.Д.</i> Размол сульфатной хвойной и лиственной целлюлозы в дисковой мельнице на ножевой гарнитуре различной конфигурации	96
<i>Казимиров Н.А., Малютина Д.И., Смолин А.С.</i> Роль катионного крахмала в формировании прочности и водопоглощения бумаги при различных степенях помола ...	100
<i>Лавров Н.А., Белухичев Е.В., Карсакова М.Е.</i> Использование графтсополимера этилена и акриловой кислоты в качестве совместителя поливинилхлорида с полиэтиленом низкой плотности	104
<i>Ковалев К.А., Лавров Н.А.</i> Свойства поливинилхлоридных плёнок, модифицированных сшитым нитрилбутадиеновым каучуком	106
<i>Кожевникова Ю.В., Сердюкова Е.Ю.</i> Производство и вовлечение в мировой энергетический баланс альтернативных компонентов топлива	109
<i>Комиссаров В.О., Чернов Н.М., Яковлев И.П.</i> Влияние природы нуклеофила в реакции с малонилдихлоридом на механизм образования производных пираноксазина	112
<i>Конькова С.Н., Марценюк А.Н., Белозерова О.В.</i> Влияние качества бензина на отработанные газы	115
<i>Котломин Н.Е., Ревазов А.М.</i> Рекомендации по повышению устойчивости подземного магистрального трубопровода на участках пересечения с АТР	118
<i>Кузнецов В.В., Александрова Т.Н.</i> Исследование флотационной способности сульфидных минералов	121
<i>Кулакова Е.Ю., Руденок Ю.С.</i> Синтез фторалкиловых эфиров бетулоновой кислоты	124

Куляшова И.Н., Бегалиева Р.С., Джакупова Ж.Е., Бадикова А.Д., Мустафин А.Г., Федина Р.А. Исследование влияния размера частиц полидиметилдиаллиламмоний хлорида на показатель фильтрации	126
Лебедева А.В., Осовская И.И. Свойства декстрина-полимерного носителя препаратов медико-биологического действия	129
Литвинов М.Ю., Брацыхин Ю.Ю., Осовская И.И. Создание вулканизатов на основе полифенилсилсесквиоксан-полидиоргансилоксановых блок-сополимеров	133
Ломакин М.С., Проскура О.В. Получение фазы пирохлора в системе Vi_2O_3 - Fe_2O_3 - WO_3 в гидротермальных условиях	136
Лучина А.О., Белухичев Е.В. Модификация ударной вязкости древесно-наполненных полимерных композиций на основе ПВХ для изготовления упаковочных пленок каландровым методом	139
Макарова Д.Ю., Орлова П.В. Кинетика гелеобразования водных растворов агар-агара	141
Маркова Д.О. Комплексные мероприятия по обращению с отработанными деревянными шпалами и обеспечение их безопасности	144
Марценюк В.В., Лысенко А.А., Асташкина О.В., Кузнецов А.Ю. Углеродные теплозащитные материалы для Крайнего Севера и Арктики	147
Мацюк Р.А. Обеспечение безопасной эксплуатации защитных покрытий подземных трубопроводов в крупнообломочных грунтах	150
Мельникова Д.А., Демьянцева Е.Ю. Сравнительный анализ физико-химических свойств каротиноидов выделенных из хвои	156
Минич М.И., Павлов Н.А., Спицын А.А. Получение угольных брикетированных сорбентов как способ утилизации отходов деревоперерабатывающей промышленности	158
Михайлова Е.А, Созонова Е.И. Оборудование для наилучших доступных технологий при выпаривании черных сульфатных щелоков	162
Мозгушин М.А., Епифанов А.В. Расчет основных негативных воздействий при строительстве газопровода на участке КС «Грязовец» - КС «Славянская»	165
Морозов М.И., Ефремов Б.С. Влияние рН на размер агрегированных частиц бычьего гемоглобина	169
Муравицкая А.А., Марченко Р.А., Шуркина В.И. Влияние вида обработки на размол различного волокнистого материала	171
Мухина Ю.В., Поповская А.М., Рудаков А.С., Александрова Е.А. Новые макроциклические N,O – содержащие основания Шиффа	174
Нестерова Д.И., Чеботова П.А. Влияние электролитов на точку нулевого заряда бычьего гемоглобина	176
Николаев В.О., Нигматуллин Д.Р. Исследование по интоксикации электрохимической дезактивации с помощью ультразвука	179
Образцова А.А. Оптимизация средств коллективной защиты при работе на высоте в строительстве	182

<i>Одинцова Т.С., Мудрак Т.А., Эрдни-Гаряев С.Э.</i> Влияние электролитов на адсорбцию ципрофлоксацина на оксиде железа (III).....	185
<i>Орлова А.В., Сидельников В.И., Суставова Т.А., Липин В.А., Софронова Е.Д.</i> Определение содержания хлора в целлюлозе.....	189
<i>Осетров К.О., Ковалева П.А., Успенская М.В.</i> Получение таннин-желатиновых гидрогелевых композиций для применения в качестве раневых повязок.....	191
<i>Петрова Е.А., Демьянцева Е.Ю.</i> Физико-химические свойства водорастворимых веществ древесной зелени	195
<i>Пилипенко М.С., Власова В.Д.</i> Возможные варианты ингибиторов коррозии при наличии углекислого газа в пластовом флюиде.....	198
<i>Подвилова Е.А., Савви К.И., Эрдни-Гаряев С.Э.</i> Изучение адсорбции бензилпенициллина на оксиде железа (III) при разных температурах	201
<i>Прманова Ж.К., Демьянцева Е.Ю.</i> Формирование адсорбционного слоя в водно-щелочных растворах компонентов сульфатного листовного мыла	204
<i>Пронина Д.Э., Волохина А.Т.</i> Разработка системы определения профессиональной пригодности работников предприятий по добыче газа с учётом оценки межличностных отношений в вахтовых бригадах.....	206
<i>Протазанов А.А., Дриккер Б.Н., Петренко П.И.</i> Комплексоны щелочноземельных металлов - ингибиторы солеотложений и коррозии	209
<i>Пугаев В.С., Андранович О.С., Демьянцева Е.Ю.</i> Дисперсный состав водных растворов сульфатного мыла.....	213
<i>Пушкина К.А., Пузырьков А.А., Александрова Е.А.</i> Макроциклические лиганды, содержащие фосфиноксидные фрагменты	215
<i>Рябцева Т.А., Земцов Д.А.</i> Возможность моделирования термической ректификации в программе Excel.....	217
<i>Лавров Н.А., Самойлова К.О.</i> Биологическая активность мономеров, используемых при синтезе полимеров-носителей биологически активных веществ.....	221
<i>Семейкина А.Д., Ханина О.А.</i> Определение низких концентраций сероводорода в газах синтеза метанола.....	224
<i>Серхачева Н.С., Черникова Е.В., Прокопов Н.И., Балашов М.С., Плюснина И.О.</i> Синтез термочувствительных блок-сополимеров в условиях обратимой передачи цепи.....	226
<i>Серякова Е.М., Кожевникова В.А.</i> Электрокинетические свойства бычьего гемоглобина	229
<i>Сидорова Н.А., Можегов И.С., Демин В.А.</i> Очистка сточных вод электрокоагуляцией	232
<i>Смит Р.А., Демьянцева Е.Ю., Главатских Л.А.</i> Солнобилизация органических кислот в растворах амфифильных соединений	236
<i>Султанова Е.И., Григорьева Д.М.</i> Повышение эффективности использования вихревой трубы при применении в лаборатории	239
<i>Волохина А.Т., Суфиянова М.А.</i> Анализ результатов проведенных поведенческих аудитов на предприятиях ТЭК для выявления причин нарушения требований безопасности	241

<i>Тагандурдыева Н., Нараев В.Н.</i> Носитель на основе оксида алюминия для катализаторов низкотемпературной изомеризации углеводов	245
<i>Тибилова Д.В., Александров А.В.</i> Диспергирующая способность массонапускных систем, как фактор формирования качественного бумажного полотна	248
<i>Титов Р.А., Сидоров Н.В.</i> Структурные особенности и оптические свойства монокристаллов ниобата лития, выращенных с применением флюса В ₂ О ₃	252
<i>Тубельцева А.Д., Кондрашкова А.Ю., Иванова Л.В.</i> Синтез и исследование функциональных свойств азотсодержащих производных олеиновой кислоты	256
<i>Тюрина В.О., Симонова М.А., Филиппов А.П.</i> Влияние степени полидисперсности на размеры агрегатов образующихся в растворах поли-3-N-[(диэтиламино)пропил]метакриламидов	259
<i>Урбан К.А., Гилевская О.В., Черемисина О.А.</i> Влияние режимов термообработки на распределение активных центров на поверхности Ni-катализаторов	261
<i>Ушаков А.В., Алашкевич Ю.Д., Кожухов В.А.</i> Возможность размола волокнистых полуфабрикатов высокой концентрации в дисковой мельнице.	264
<i>Фарафонова Л.А., Тополок Ю.А., Лыткина А.А., Жилыева Н.А., Орехова Н.В., Ермилова М.М.</i> Паровой риформинг метанола на композитах на основе оксида титана	267
<i>Федина Р.А., Бадикова А.Д., Куляшова И.Н., Дубовцев Д.А., Фаткуллин Р.Р.</i> Определение группового углеводородного состава тяжелых нефтяных остатков	269
<i>Фещенко А.В., Осовская И.И.</i> Гуммиарабик – основной компонент в художественных и акварельных красках	271
<i>Фролов Г.Я., Епифанов А.В.</i> Разработка программного обеспечения по расчету модели конвективно-диффузионного переноса загрязняющих веществ в водоеме	274
<i>Фуфаева В.М.</i> Ресурсосберегающая технология капсулирования в области гранулирования удобрений	279
<i>Ханина О.А., Семейкина А.Д.</i> Оптимизация параметров хроматографического анализа при определении редких газов в природном газе	282
<i>Хасяк Я.К., Загоскин Ю.Д., Васильев А.В., Кузнецова В.С., Григорьев Т.Е.</i> Влияние степени реакетилирования хитозана на его биосовместимость	284
<i>Цой Е.В., Епифанов А.В.</i> Расчет нормативов допустимых сбросов при строительстве пхг в Калининграде	286
<i>Чикишев И.В., Марченко Р.А.</i> Влияние способов обработки волокнистого материала на его основные физико-механические характеристики	289
<i>Шаова А.А., Гервальд А.Ю., Томс Р.В., Балашов М.С.</i> Синтез сополимеров акрилонитрила с регулируемым составом, структурой и распределением мономерных звеньев в цепи	292
<i>Шеломенцев В.В., Ведерников Д.Н.</i> Выделение нейтральных веществ листовного сульфатного мыла	295
<i>Шиманская М.Н., Булавка Ю.А.</i> Анализ электромагнитной среды, создаваемой линейным рядом персональных компьютеров в учебном помещении университета	298
<i>Широкая А.А., Дрогобужская С.В., Новиков А.И.</i> Извлечение элементов платиновой группы волокнистыми сорбентами из растворов с высоким содержанием Cu, Ni и Fe	301
<i>Эрдни-Гаряев С.Э., Дмитриева И.Б.</i> Очистка сточных вод от загрязнений лекарственными средствами	304

<i>Воропай Л.М., Дурягина Ю.А., Кузнецова О. Б., Юхтарова О.С.</i> Разработка нового способа получения теплоизоляционных материалов на основе верхового торфа и фторсодержащих полимеров	308
<i>Якубова А.А., Арончик Е.Д., Кучук В.И.</i> Физико-химические методы анализа адсорбционных свойств энтеросорбентов	311

АНАЛИЗ АДСОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ АНТИМИКРОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Аширова М.С., Демьянцева Е.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: mailaska1806@gmail.com*

ANALYSIS OF THE ADSORPTION ABILITY OF ANTIMICROBIAL SUBSTANCES

Ashirova M.S., Demiantseva E. Yu.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design Higher School of technology and
power engineering*

В целлюлозно-бумажном производстве важную роль в защите волокнистых материалов от патогенных микроорганизмов играет применение веществ с антибактериальными свойствами. Древесину необходимо обрабатывать биоцидами от биоповреждений до начала производства бумаги и картона, то есть во время перевозки или на самом начальном этапе переработки дерева. Кроме того, существуют такие виды антисептиков, используемые для защиты уже готовой продукции. В таких процессах применяют водорастворимые антисептики. Они представляют собой твердые сыпучие порошки, которые используют в виде водных растворов суспензий и паст [1]. Преимущество использования химических веществ для дезинфекционной обработки перед другими методами обусловлено их высокой эффективностью и избирательностью по отношению к микроорганизмам. Их применяют в различных формах и на разных этапах производства: вещества можно вводить в бумагу в процессе ее изготовления, наносить на поверхность готовой бумаги, вводить в связующие чернила, типографскую краску, пропитывать ими прокладочные материалы (листы, которые закладывают между листами книги). Для того, чтобы обработать большое количество изданий используются средства фумигации. Подбор антисептиков с подходящими свойствами является сложной задачей. До сих пор при использовании биоцидов для защиты бумаги и картона нет таких

соединений, которые соответствовали бы всем критериям. Возрастает интерес к биосинтетическим антимикробным средствам, обладающим направленным специфическим действием, а также в связи с их последующей биodeградацией в природе, например, полиоксины активны против многих грибов, что связано с их избирательным подавлением синтеза хитина в клеточных стенках. Один из этапов направленного действия таких веществ связан с их адсорбционной способностью на поверхности защищаемого материала.

Цель работы - исследование адсорбционной способности биоцидов на волокнах сульфатной целлюлозы из водных растворов.

В работе проведены исследования поверхностных свойств веществ, обладающих антимикробным действием: полиоксина, катамина АБ и их бинарных смесей. Способность к адсорбции веществ целлюлозными волокнами была исследована при помощи фотометра КФК-3 «30МЗ» по изменению концентраций растворов до и после адсорбции.

На рис.1 представлены изотермы адсорбции – десорбции изучаемых веществ целлюлозными волокнами.

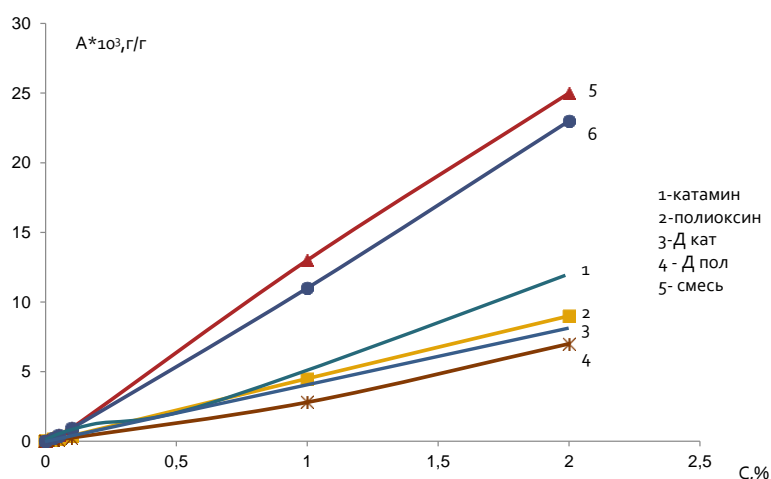


Рис.1 – Зависимость адсорбции-десорбции ПАВ целлюлозой (А г/г) от концентрации веществ в растворе С, %

Как видно из рис.1 выбранные вещества обладают хорошей адсорбционной способностью, а бинарная смесь проявляет синергетический

эффект. По сравнению с индивидуальными веществами адсорбция смеси увеличивается практически в 3 раза. Кроме того, на целлюлозных волокнах после стадии промывки остается до 80 % адсорбированных веществ. Это позволит снизить дозировки выбранных веществ при их использовании. Таким образом, данную смесь можно рекомендовать для обработки целлюлозных волокон для защиты от биоповреждений.

Библиографический список

1. Пехташева Е.Л., Неверов А.Н., Заиков Г.Е., Шевцова С.А., Темикова Н.Е. // Журнал «Вестник Казанского технологического университета», 2012. - №5. - С. 192-198.

УДК 622.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Бериашвили А.Т.¹, Николаева Н.В.¹

¹*Санкт-Петербургский горный университет
e-mail: nadegdaspb@mail.ru*

STUDY OF EXTRACTION POSSIBILITY OF NON-FERROUS METALS FROM POLYMETALLIC RAW MATERIALS WITH DIFFERENT COMPOSITION

Beriashvili A.T.¹, Nikolaeva N.V.¹

¹*Saint-Petersburg Mining University*

В условиях снижения промышленных высококачественных запасов полиметаллических руд актуальными становятся вопросы более комплексного и глубокого изучения минерального и вещественного состава, а также совершенствования существующих технологий переработки такого вида сырья [1-3]. Взаимосвязь вещественного состава минерального сырья на особенности построения схем обогащения, а также поиск оптимальных технологических решений для переработки минерального сырья в зависимости от состава и происхождения с учетом экологических требований изучается на протяжении длительного времени [4-6]. Одним из перспективных способов извлечения ценных компонентов из минерального и техногенного сырья является кучное выщелачивание.

Извлечение ценных компонентов (железа, меди, молибдена и ассоциированного с ним рения) осуществлялось по схеме, включающей измельчение, агломерацию и выщелачивание. При формировании кучи были использованы закладки с сорбционно-активным адсорбентом. В качестве адсорбента применялся шунгит после предварительной активации. Исследования показали (табл. 1), что оптимальными параметрами обработки являются: мощность 231 Вт при температуре 400 °С в течение 2 минут. Обработанный шунгит имеет развитую пористую структуру, состоящую из микро -, мезо – и макропор, о чем свидетельствует увеличенная (в 1,5 раза) удельная поверхность. Ряд активности металлов для сорбента (активированного шунгита): Fe(III) >Cu(II) >Fe(II) >Mo(VI).

Таблица 1

Значение удельной поверхности шунгита от условий активации

№ п/п	Условия активации	Удельная поверхность, мм ² /г
1	Исходный (необработанный шунгит)	0,917
2	Время обработки 2 мин., мощность – 120 Вт	1,08
3	Время обработки 4 мин., мощность – 120 Вт	1,12
4	Время обработки 2 мин., мощность – 231 Вт, температура - 400 °С	1,39
5	Время обработки 2 мин., мощность – 231 Вт, температура - 460 °С	1,12
6	Время обработки 2 мин., мощность – 231 Вт, температура - 1000 °С	0,941

В качестве выщелачивающего раствора использовалась серная кислота с концентрацией 20 г/л. Растворенные металлы (железо, медь, молибден и ассоциированный с ним рений) сорбируются на активированном шунгите, создавая обогащенные агломераты, которые в дальнейшем можно обогащать с использованием традиционным методов обогащения: флотации и магнитной сепарации, а выщелачивающий раствор отправляется на регенерацию и возвращается в процесс. В табл. 2 представлены результаты выщелачивания.

Таблица 2

Результаты опытов по кучному выщелачиванию при разном времени выщелачивания

Время выщелачивания	Содержание, %			Извлечение, %		
	Cu	Mo	Fe	Cu	Mo	Fe
1 час	5,67	0,013	7,23	25	32,5	54
24 часа	9,76	0,019	14,83	50	43	69

72 часа	15,29	0,488	39,75	95	85	98
96 часов	14,24	0,400	37,89	81	72	81

Проведенные исследования позволили повысить эффективность извлечения железа, меди, молибдена и ассоциированного с ним рения из полиметаллического сырья, сократить потери ценных компонентов, а также повысить экологическую безопасность при переработке минерального сырья различного состава. При этом дополнительным результатом стало снижение продолжительности извлечения ценных компонентов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-55-12002.

Библиографический список

1. Александрова Т.Н. Переработка техногенных отходов как фактор обеспечения экологической национальной безопасности //Материалы конференций ГНИИ" Нацразвитие". Май 2018. – 2018. – С. 85-90. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35342235>
2. Николаева Н.В., Александрова Т.Н. Повышение эффективности процессов рудоподготовки при обогащении руд цветных и благородных металлов с использованием компьютерного моделирования //Проблемы и перспективы эффективной переработки минерального сырья в 21 веке (Плаксинские чтения-2019). – 2019. – С. 89-92. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39553116>
3. Александрова Т.Н., Рассказов И.Ю., Александров А.В. Современные тенденции развития технологий переработки упорных руд благородных металлов и алмазов// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. Номер 4. стр. 147-156.
4. Chanturia V., Vaisberg L., Kozlov A. Promising trends in investigations aimed at all round utilization of mineral raw materials //Obogashchenie Rud. – 2014. – Т. 2. – С. 2-8.
5. Чантурия В. А. Современные проблемы обогащения минерального сырья в России // ФТПРПИ. — 1999. — № 3.
6. Aleksandrova, T. N., Nikolaeva, N. V., Lvov, V. V., & Romashev, A. O. (2019). Ore processing efficiency improvements for precious metals based on process simulations. ObogashchenieRud, 2019(2), 8-13. doi:10.17580/or.2019.02.02.

ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТАНА НА ГЕТЕРОГЕННЫХ ТВЕРДОФАЗНЫХ СИСТЕМАХ

Боев С.С.¹, Топлюк Ю.А.¹, Жилиева Н.А.², Ермилова М.М.², Малыгин А.А.³,
Михайловский С.В.³, Малков А.А.³.

¹*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина*

²*Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева (РАН)*

³*Санкт-Петербургский государственный технологический институт*
e-mail: sevastyaan@mail.ru

OXIDATIVE DEHYDROGENATION OF ETHANE OVER HETEROGENEOUS SOLID-PHASE SYSTEMS

Boev S.S.¹, Topolyuk J.A.¹, Zhilyaeva N.A.², Ermilova M.M.², Malygin A.A.³,
Mikhailovskii S.V.³, Malkov A.A.³

¹*Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)*

²*Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis (Russian Academy of Sciences)*

³*Saint-Petersburg State Technological Institute*

В настоящее время актуальной является проблема селективного превращения углеводородов в желаемые продукты. Например, этан – это неотъемлемая часть природного газа, который в большинстве случаев не используется, а просто сжигается. Важной задачей является разработка технологии селективного превращения этана в этилен. Так как этилен является ключевым полупродуктом для нефтехимической отрасли.

Одной из множества вариантов переработки этана является процесс окислительного дегидрирования (ОДГ) этана в этилен. Данный способ позволяет значительно снизить температуру процесса получения алкенов. В случае ОДГ этана протекают следующие реакции:



Для селективного получения этилена ведется постоянный поиск катализаторов [1]. Одним из перспективных направлений для создания твердофазных материалов с заданными характеристиками является химическое конструирование систем типа «ядро – оболочка». В таких системах удается сочетать как полезные характеристики наносимой добавки

(оболочка), так и твердотельной матрицы (ядро). Исследуемые гетерогенные системы ($nP-Al_2O_3$, $2VP-Al_2O_3$) были синтезированы МН (молекулярным наслаиванием). Так же были проведены физико-химические исследования полученных катализаторов. Рентгенофазовый анализ был проведен на приборе DiffreyDRN - 401 с использованием $CuK\alpha$ -радиации. На рисунке 1 представлена рентгенограмма катализаторов $nP-Al_2O_3$.

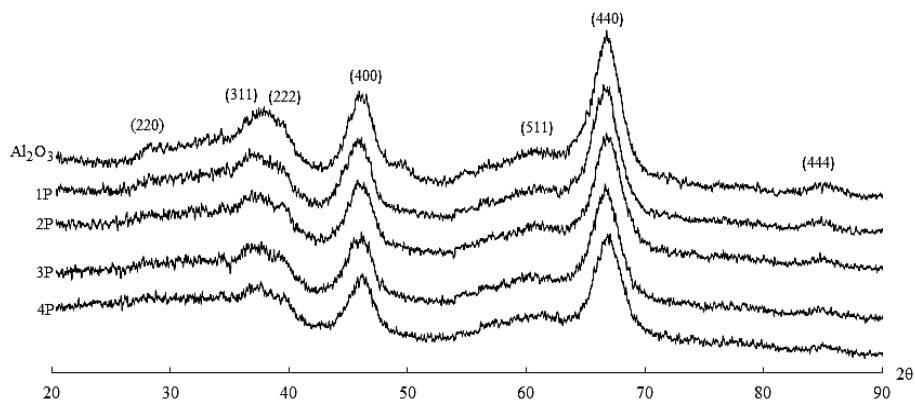


Рис. 1 – Рентгенограмма каталитических систем $nP-Al_2O_3$

Как следует из представленных рентгенограмм, при увеличении количества циклов МН новых циклов не появляется, что может свидетельствовать о рентгеноаморфности синтезируемых на поверхности структур. Уменьшение интенсивности пиков фазы исходной матрицы при увеличении числа циклов МН также подтверждает снижение доли Al_2O_3 в составе модифицированных продуктов. Рентгенограмма катализатора $2VP-Al_2O_3$ идентична $nP-Al_2O_3$, потому что количество наносимой оболочки очень мало и на рентгенограмме преимущественно фиксируется только структура исходной матрицы (ядро) Al_2O_3 .

Адсорбционные характеристики образцов (удельная поверхность $S_{уд}$ и объём пор) определяли по низкотемпературной адсорбции азота на приборе ASAP 2020 (Micromeritics).

Текстурные характеристики пористых структур

nP	S _{ВЕТ} , m ² /g	V _{MESO} , cm ³ /g	d _{ME} , nm
0	255	0,62	8,4
1P	217	0,57	8,2
2P	201	0,51	8
3P	190	0,46	7,7
4P	186	0,43	7,5
2VP	215,5	0,56	9,1

Наблюдаемое уменьшение объема мезопористого пространства, диаметра пор и величины удельной поверхности образцов обусловлено наращиванием в ходе синтеза в порах фосфороксидного нанослоя, и, соответственно, перекрытием исходной матрицы.

Активность полученных катализаторов измеряли в процессе ОДГ с применением микроимпульсной подачи сырья в ректоре из нержавеющей стали. На рисунке 2 изображена схема лабораторной установки ОДГЭ. Продукты реакции анализировали на хроматографе Кристаллюкс 4000М.

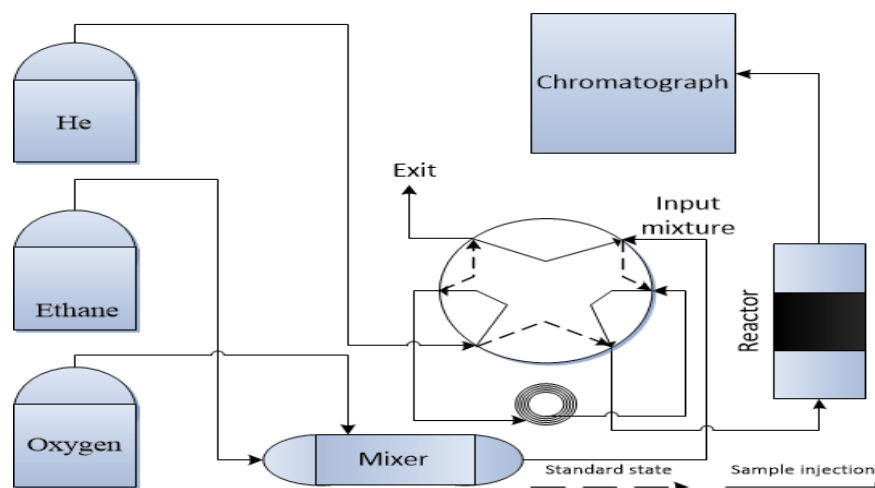


Рис. 2 – Схема лабораторной установки ОДГЭ

Катализаторы nP-Al₂O₃ с переменным молекулярным слоем слоя оксида фосфора были исследованы при соотношении этана к кислороду 12:1. Наилучшие результаты были получены при использовании образца 3P-Al₂O₃, селективность по этилену составила 64%. Катализатор 2VP-Al₂O₃ анализировали при различных соотношениях этан / кислород (от 5:1 до 28:1).

Снижение содержания кислорода в реакционной смеси приводит к снижению конверсии, но селективность образования этилена увеличивается, при соотношении 28:1 оно достигло 89%. Высокая селективность по этилену может быть объяснена ингибированием окислительных процессов с уменьшением содержания кислорода в системе и присутствием активного ванадия на поверхности катализатора, который доступен для адсорбции реакционноспособного этана и кислорода.

Библиографический список

1. Christian A.G., Andre C. van Veen, Johannes A. L. Oxidative Dehydrogenation of Ethane: Common Principles and Mechanistic Aspects. *ChemCatChem* 2013, 5, 1–23 p.

УДК 676.024.6

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА РАЗМОЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Болгов Д.Г., Марченко Р.А., Шуркина В.И.

Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.

Ф. Решетнева

e-mail: marchenkora@sibsau.ru

FEATURES OF TREATMENT OF FIBROUS SEMI-PRODUCTS IN KNIFE-FREE GRINDING MACHINES

Bolgov D.G., Marchenko R.A., Shurkina V.I.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

При ножевом и безножевом способе обработки происходят гидродинамические явления. Для машин с ножевым воздействием при малых зазорах основную роль играет механическое воздействие на волокно набегающей кромки ножа ротора на нож статора, при больших зазорах наряду с механическими воздействиями на волокно ножевой гарнитуры начинают оказывать существенное влияние гидродинамические явления.

Безножевая обработка, по сравнению с ножевой, обеспечивает более мягкий, щадящий режим, что особенно важно для волокна, которое уже однажды претерпело ножевое воздействие. Поэтому наряду с усовершенствованием ножевых машин, исследования в области безножевых способов размолки продолжают оставаться актуальными [1, 2].

В настоящее время в промышленности для окончательного разделения комочков и пучков волокон волокнистых полуфабрикатов применяются дисковые и конические мельницы, использующие ножевое воздействие на вторичное сырье, волокна подвергаются рубке, что приводит к снижению прочностных показателей готовой бумаги и снижению процента вторичного сырья в общей композиции вырабатываемой бумаги. Наиболее эффективного улучшения качественных показателей процесса размола, на наш взгляд, можно добиться с использованием установки комбинированного размола [3].

В связи с этим нами была поставлена задача, исследовать влияние способа размола на эффективность разработки волокнистого материала. При безножевом способе размола использовали установку «струя - преграда» и лабораторный гидроразбиватель, а ножевом – полупромышленную дисковую мельницу.

Для проведения сравнительного анализа различных способов обработки волокнистого материала на рисунках 1 и 2 представлены результаты исследований размола в установке «струя - преграда», дисковой мельнице и гидроразбивателе оборотного брака при прочих равных условиях.

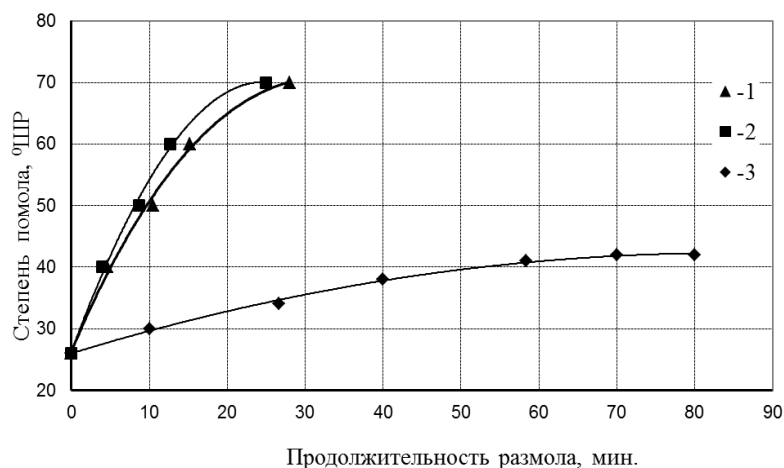


Рис. 1 – Зависимость прироста градуса помола от времени обработки: 1 – установка «струя - преграда»; 2 – дисковая мельница; 3 – гидроразбиватель

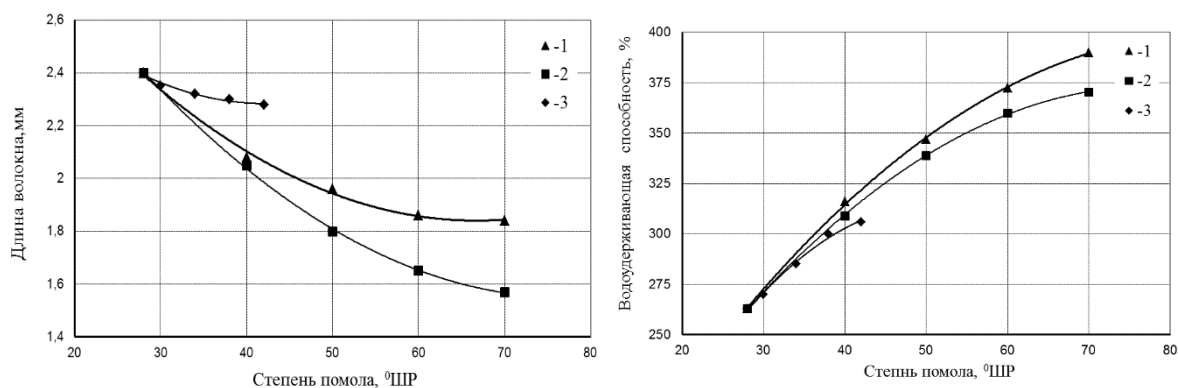


Рис.2 – Основные бумагообразующие показатели волокнистой массы в зависимости от степени помола (1 – установка «струя - преграда»; 2 – дисковая мельница; 3 – гидроразбиватель).

Как видно из рисунка качественные зависимости бумагообразующих показателей имеют одинаковый характер, что касается количественных зависимостей, то здесь видно, что способ обработки волокнистого материала оказывает существенное влияние на их значения [3].

Так, например, при обработке волокнистого материала в комбинированной установке значения таких бумагообразующих показателей, кроме длины волокна как: водоудерживающая способность, внешняя удельная поверхность волокна являются несколько выше, чем при обработке волокнистого материала в гидроразбивателе и дисковой мельнице. Это объясняется тем, что комбинированный способ обработки по сравнению с дисковой мельницей имеет более щадящий режим обработки волокна, происходящий за счет кавитационных и ударных явлений в безножевой зоне комбинированной установки.

Таким образом, в зависимости от способа размолки можно получить массу имеющую различные бумагообразующие показатели волокна, которые как известно влияют на физико – механические характеристики готовых отливок.

Библиографический список

1. Алашкевич Ю.Д., Решетова Н.С., Невзоров А.И., Барановский А.П. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов: моногр. Красноярск, 2004. –80 с.
2. Гончаров В. Н. Состояние и перспективы совершенствования оборудования для размолки волокнистых материалов / В. Н. Гончаров // Целлюлоза, бумага и картон. – 1995. – № 7/8. – С. 29.

З.Марченко Р.А. Интенсификация безножевого размола волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве: дис. ... к-та техн. наук. Красноярск, 2016.– 161 с.

УДК 678.7:544.2

ЭПОКСИУРЕТАНОВЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ С ФУНКЦИОНИЗИРОВАННЫМ НИТРИДОМ БОРА

Братасюк Н.А.¹, Зуев В.В.^{1,2}

¹*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО*

²*Институт высокомолекулярных соединений Российской Академии Наук*

e-mail: chel211294@gmail.com

EPOXY-URETHANE NANOCOMPOSITES WITH FUNCTIONALIZED HEXAGONAL BORON NITRIDE

Bratasyuk N.A.¹, Zuev V.V.^{1,2}

¹*Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics*

²*Institute of Macromolecular Compounds of Russian Academy of Sciences*

Полимерные материалы широко используются в электронике для поверхностной заливки плат и фиксации отдельных их элементов. Однако большинство изолирующих полимерных материалов имеют низкие значения теплопроводности – 0,1-0,5 Вт·м⁻¹·К⁻¹, что препятствует эффективному рассеиванию тепла, выделяемого работающими устройствами. Поэтому одним из наиболее экономичных и эффективных способов решения проблем термического регулирования является применение полимеров, содержащих теплопроводящие наполнители [1,2]. В качестве теплопроводящего наполнителя в работе использовали нитрид бора, выбор которого был обусловлен высокой химической и термической стойкостью и хорошей теплопроводностью.

В данной работе было рассмотрено влияние наноразмерных частиц нитрида бора BN на кинетику отверждения эпоксиуретановых композиций и на конечные эксплуатационные свойства композиции.

Улучшение межфазового взаимодействия полимер-наполнитель достигалось посредством поверхностной модификации гексагонального нитрида бора. Гидроксילирование поверхности наполнителя (рис. 1)

производили термической обработкой [3] и воздействием сильнощелочного раствора [4].

Расчет кинетических параметров был проведен с помощью неизоconversionных методов Озавы и Киссинджера и интегральных изоconversionных методов Flynn-Wall-Ozawa (FWO) и Kissinger-Akahira-Sunose (KAS). В результате были получены значения кажущейся энергии активации E_a и значения энергий активации, изменяющиеся по мере увеличения степени отверждения рассматриваемых композиций.

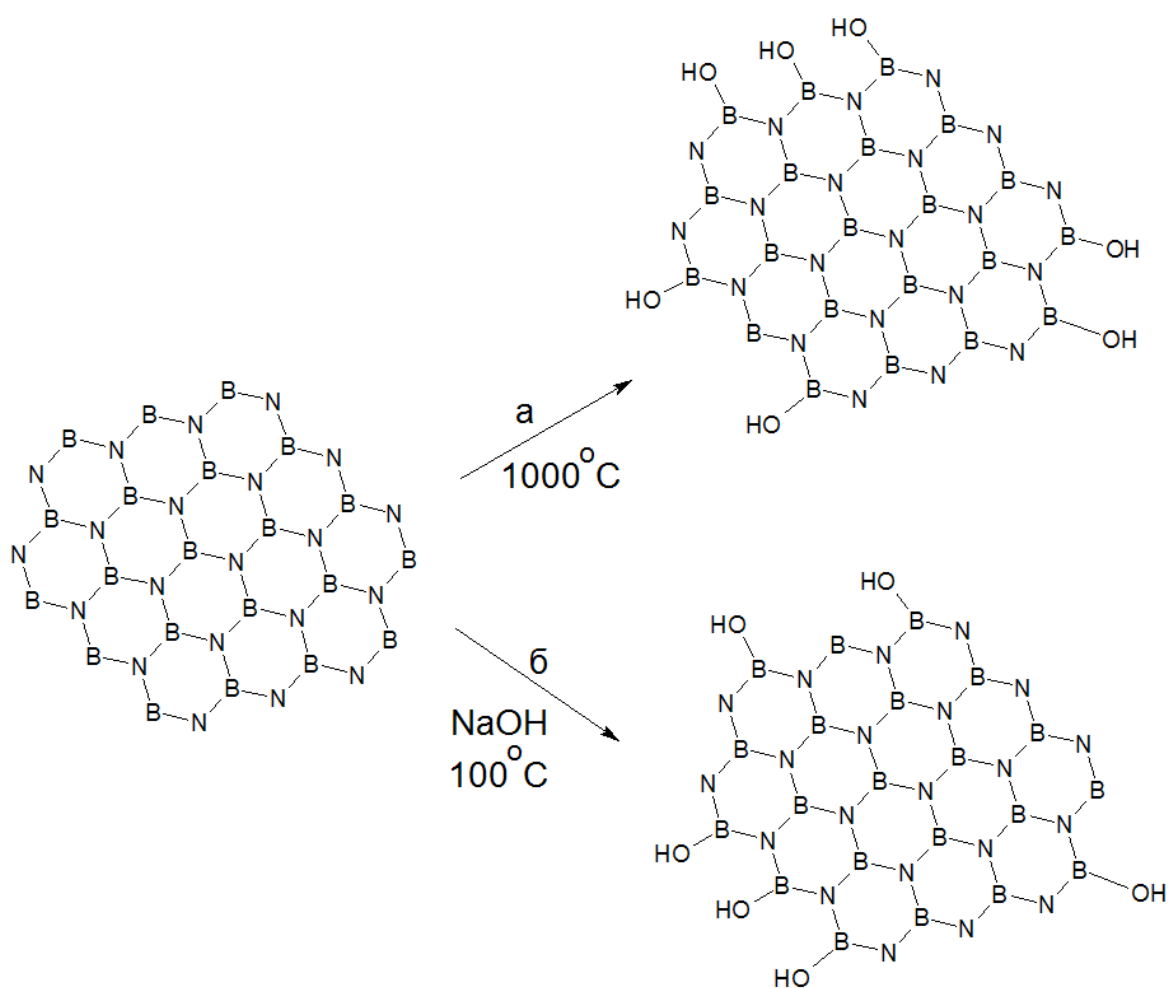


Рис. 1 – Схема синтеза гидроксированного нитрида бора BN:
а – термической обработкой, б – обработкой сильнощелочным раствором

Была произведена оценка влияния модифицированного нитрида бора на физико-механические свойства полученных образцов, а также был рассмотрен процесс термической деструкции эпоксиуретановых композиций.

Библиографический список

1. Gu. J., et al. Thermal conductivity epoxy resin composites filled with boron nitride // *Polymers Advanced Technologies*, 2011. – V. 23. – P. 1025-1028.
2. Hou J, et al. Preparation and characterization of surface modified boron nitride epoxy composites with enhanced thermal conductivity // *RSC Advances*, 2014. – V. 83. – P. 44282-44290.
3. Yu B., et al. Thermal exfoliation of hexagonal boron nitride for effective enhancements on thermal stability, flame retardancy and smoke suppression of epoxy resin nanocomposites via sol-gel process // *Journal of Materials Chemistry A*, 2016. – V. 134. – P. 191-200.
4. Jiang Y., et al. Enhanced thermal conductivity and ideal dielectric properties of epoxy composites containing polymer modified hexagonal boron nitride // *Composites: Part A*, 2018. – V. 107. – P. 657-664.

УДК 676.1.054.1

РОЛЬ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В ПОЛУЧЕНИИ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Д.Ю.Васильева, Л. В. Юртаева, Ю.Д.Алашкевич
*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск,
e-mail: 2052727@mail.ru*

THE ROLE OF THE PROCESS OF GRINDING FIBROUS SEMI- FINISHED PRODUCTS IN THE PRODUCTION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE

D. Y. Vasileva, L. V. Yurtaeva, Yu. D. Alashkevich
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) – мелкодисперсный продукт, кристаллиты микрофибрилл целлюлозы (без аморфной части), порошок модифицированной природной (волокнистой) целлюлозы. Сырьем для получения целлюлозных волокон служат: древесина, масса целлюлозы в ней составляет 40-50%; в камышах, злаках и подсолнечнике – 30-40%; в стеблях джута и льна - 75-90%, а в хлопковых волокнах - 95%. В настоящее время МКЦ, используется в качестве исходного материала не только на целлюлозно-бумажном производстве, объемы которого постоянно расширяются, но и химической, медицинской, фармацевтической, пищевой и др. отраслей народного хозяйства.

Основными свойствами МКЦ являются: сверхпрочность (прочнее нержавеющей стали), псевдопластичность и сверхлегкость [1]. Она способна улучшать свойства самых разных материалов.

Недостатками многих существующих способов получения МКЦ являются неудовлетворительная химическая чистота, использование агрессивных растворов неорганических кислот и низкие экологические показатели готового продукта. Анализ литературных данных так же показал, что исследования в области влияния способов размола волокнистой массы на процесс получения МКЦ практически отсутствуют.

В связи с этим на кафедре машин и аппаратов промышленных технологий СибГУ им. М.Ф. Решетнева ведутся исследования влияния ножевого способа размола волокнистой массы на процесс получения МКЦ.

В данной работе в задачи исследований входило - проведение размола волокнистой суспензии в экспериментальной дисковой мельнице, размалывающая гарнитура, которой выполнена в виде серповидной формы; обработка размолотой волокнистой массы химическим способом; определение зависимости степени полимеризации полученного продукта от степени помола волокнистой массы по шкале Шоппера-Риглера.

Обработке подвергались образцы беленой сульфатной хвойной (БСХЦ) и лиственной целлюлозы (БСЛЦ) (полуфабрикат РОП ОАО «Группа Илим» г. Братск) механико-химическим способом.

Обработка механическим способом включала в себя процесс размола волокнистой массы в дисковой мельнице до 65 °ШР, концентрацией волокнистой массы 2 %; частота вращения ротора 1500 об/мин, межножевой зазор 0,1 мм. Размалывающая гарнитура, дисковой мельницы, включает роторный и статорный диски, рабочие поверхности которых, обращенные друг к другу, снабжены криволинейными ножевыми выступами. Режущие кромки ножевых выступов роторного и статорного дисков выполнены с эксцентриситетом относительно центра диска и круговыми. За счет этого обеспечивается повышение величины касательных составляющих окружных

скоростей и сил, увеличение их доли относительно нормальных составляющих, что повышает качество обработки волокнистого полуфабриката, производительность и снижает энергозатраты [2].

Гидролиз образцов целлюлозы (химическую обработку) проводили при одинаковых условиях, температура $t = 85^{\circ}\text{C}$, в присутствии соляной кислоты HCl , на установке для гидролиза. Вязкость целлюлозы определяли в растворе железовиннонатриевого комплекса, степень полимеризации (СП) определялась по вязкости ее медно-аммиачного раствора.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что не зависимо вида целлюлозы и способа обработки с увеличением степени помола по шкале Шоппера-Риглера СП снижается в результате:

- размола волокнистой целлюлозы. Например, СП у образцов из БСХЦ при начальной степени помола 15°ШР - 3584, при конечной степени помола 65°ШР - 2430, у образцов из БСЛЦ 4348 и 4179 соответственно;

- кислотного гидролиза. СП полученного продукта, у образцов из БСХЦ при начальной степени помола 15°ШР составила 173, при конечной степени помола 65°ШР - 115, у образцов из БСЛЦ 270 и 216 соответственно.

Выводы:

1. Проведение обработки БСХЦ и БСЛЦ механико-химическим способом обеспечивает получение продукта с характеристиками, подобными МКЦ.

2. На основании проведенного исследования показана возможность применения ножевого способа размола волокнистых полуфабрикатов для получения МКЦ.

Библиографический список

1. Аутлов С.А., Базарнова Н.Г., Кушнир Е.Ю., Микрористаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения (обзор) // Химия растительного сырья. 2013, №3. С.33-41.

2. Пат.2307883. Российская Федерация, МПК51D21D1/30, B02C7/12. Размалывающая гарнитура/ Алашкевич Ю.Д., Ковалев В.И., Мухачев А.П., Харин В.Ф.; заявитель и патентообладатель: Сибир. госуд. технолог. ун-т № 2006110647/12; заявл. 04.03.2006; опубл.10.10.2007, Бюл. № 24. 5 с.

УДК 54.056+665.947.3

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛИСТВЕННОГО СУЛЬФАТНОГО МЫЛА

Ведерников Д.Н., Шеломенцев В.В.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

e-mail: shielomintsiev@gmail.com

EXTRACTING OF NEUTRAL SUBSTANCES OF HARDWOOD SULPHATE SOAP

Vedernikov D.N., Shelomentsev V.V.

Saint-Petersburg state forest technical university

Сульфатное мыло является побочным продуктом целлюлозно-бумажных комбинатов. В его состав входят соли жирных и смоляных кислот, окисленные и неомыляемые (нейтральные) вещества (НВ), лигнин, минеральные и другие соединения. В последнее время, существует тенденция активного вовлечения в процесс получения целлюлозы лиственной древесины, в особенности березовой, из-за доступности сырья. В виду этого, на производстве появляется новый вид отхода – лиственное сульфатное мыло. Из лиственного сульфатного мыла получают сырое талловое масло, но в подавляющем большинстве случаев масло не перерабатывают на талловые продукты, а сжигают, так как спирты в составе НВ вступают в реакцию с жирными кислотами при дистилляции, что приводит к образованию малоценного продукта - таллового пека [1]. Удаление НВ из сульфатного мыла способствовало бы получению новых ценных биологически активных веществ – стеринов и пролипренолов [2], а также позволило бы получать талловые жирные кислоты при дистилляции. Недавно действующее предприятие, где использовались такие растворители, как гексан и ацетон, закрылось из-за нерентабельности. Использование в качестве экстрагентов углеводов приводит к низкому выходу продуктов [2]. Использование же других растворителей часто приводит к образованию стойких эмульсий, особенно при большом содержании солей жирных кислот в сульфатном мыле. Целью работы являлось найти способ выделения НВ из лиственного сульфатного мыла с использованием эфира и предложить способы разделения НВ.

Сырьем служило сульфатное мыло Архангельского ЦБК. Анализ продуктов производили методом хромато-масс-спектрометрии. Количественное соотношение соединений устанавливали методом внутренней нормализации. В составе кислот, образующихся при подкислении мыла, присутствовали: 89% природных жирных кислот, содержащихся в древесине березы, в основном, в виде сложных эфиров, 8% кислот, изомерных линолевой и линоленовой кислотам, предположительно транс – кислот, 3 % смоляных кислот, присутствующих из-за примесей хвойного сульфатного мыла. Гомологический ряд жирных кислот таллового масла начинался с кислот с 14 углеродными атомами, а заканчивался кислотами с 26 атомами углерода. Среди них присутствовали кислоты и с нечетным количеством углеродов. Например, если относительное содержание C16 – кислоты было 9%, то C15 – 0,3%, C26 кислоты – 2,3%, C25 – 2%. Наибольшее содержание имела линолевая кислота – 57%, далее пальмитиновая – 9%, линоленовая – 6%, олеиновая кислота – 3,5%.

Для выделения НВ использовали добавку воды и эфира. Для ускорения разделения эмульсии были испробованы: деэмульгирующие добавки: Na_2SO_3 , CaCl_2 , желатин, казеин, H_2SO_4 , этанол, полиакриламид (ПАА катионный «Экохим», ПАА нейтральный «Акриплекс П-200», ПАА анионный собственного производства); а также изменение температуры отстаивания и воздействие ультразвуком. В результате был разработан метод, позволяющий быстро отстаивать эмульсию. При 3-х кратной экстракции этим методом в течение двух часов выделяется в среднем 21%НВ (от массы сухого сульфатного мыла) (за 1-ю экстракцию – 10%; за 2-ю экстракцию – 8%; за 3-ю – 4%). За первые две экстракции отделяется 81-83% НВ, поэтому целесообразнее использовать только две экстракции.

Для дальнейшей переработки НВ, от экстрактов отгоняли растворитель и проводили очистку НВ от серосодержащих соединений острым водяным паром. Затем экстракт подсушивали и перекристаллизовывали из гексана. При охлаждении раствора выпадал осадок, состоящий из сквалена, β -ситостерола,

стигмастенола, 24-метиленциклоартанола, цитрастадиенола, метилового эфира бетулиновой кислоты и бетулина (42-47% от общей массы кристаллов). В фильтрате были идентифицированы следующие соединения: α -токоферил (витамин E), сквален, гепта- и окта-пренолы (нонапренолы в условиях анализа нелетучи), β -ситостерол, стигмастанол, стигмастенол, β -амирин, ланостерол, α -амирин, 24-метиленциклоартанол, цитрастадиенол, метиловый эфир бетулиновой кислоты, бетулин.

Для выделения чистых соединений из осадка были испробованы методы кристаллизации из различных растворителей (этанол, гексан, этилацетат, ацетон). Перекристаллизация из ацетона позволила выделить из смеси чистый бетулин.

Для выделения соединений из смеси стеринов и тритерпеноидов фильтрата, провели вакуумную ректификацию, которая позволила выделить чистый сквален (выход 7,2% от общей массы НВ).

Таким образом был разработан метод выделения НВ. Определены потери растворителя, которые составили 5%. Предложены способы разделения НВ.

Библиографический список

1. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков: Учебник для вузов/ Б.Д. Богомолов, С.А. Сапотницкий, О.М. Соколов и др.- М.: Лесная промышленность, 1989.- 360 с.
2. Некрасова, В. Б. Получение и использование биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла: дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.03 : защищена 25.10.06 : утв. 16.02.07 / Некрасова Валерия Борисовна. - СПб., 2006. - 555 с. – Библиогр.: с. 316 – 352. - РГБ ОД, 71:07-5/212.

**СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЭК НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ
ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АУДИТА БЕЗОПАСНОСТИ**

Глебова Е.В., Волохина А.Т., Вихров А.Е.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: alexey.vikhrov.24@gmail.com

**REDUCTION OF INDUSTRIAL INJURIES IN THE FUEL AND
ENERGY COMPLEX ENTERPRISES BASED ON THE DEVELOPMENT
AND IMPLEMENTATION OF THE BEHAVIORAL SAFETY AUDIT**

Glebova E.V., Volokhina A.T., Vikhrov A.E.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Основной причиной производственного травматизма является низкий уровень культуры безопасности, вызванный небезопасными действиями/условиями работников. В данном исследовании разработан и апробирован широко распространенный в зарубежных компаниях подход к проведению поведенческого аудита безопасности (ПАБ), предполагающий наблюдение и обсуждение руководителем действий/условий работника, математическую оценку выявленных опасных действий/условий и применение предупреждающих мероприятий.

Для анализа результатов аудита была разработана форма отчета, где отмечаются все выявленные нарушения, предложения по предотвращению их повторения, а также корректирующие действия со стороны аудитора (рис. 1) [1]. В соответствии с формой анализ наблюдаемых действий/условий проводится по 7 категориям (реакция работника/работников, действия работника/работников, спецодежда и СИЗ, инструмент и оборудование, инструкции и правила, рабочее место, транспорт). Для каждой категории наблюдения были разработаны критерии аудита в количестве от 3 до 12 (всего 40 критериев). Описание действий работника или условий на его рабочем месте по наблюдаемым категориям следует оценивать с точки зрения соответствия по одному из двух показателей: «Опасно» (в случае, когда наблюдаемый критерий (условие/действие) соответствует утверждению в

отчете ПАБ, то есть представляет опасность); «Неприменимо» (в случае, когда критерий (условие/действие) не наблюдается/отсутствует (из-за специфики выполнения работ или особенностей технологического процесса).

Отчет по результатам ПАБ

Подразделение:	Дата:
Участок:	Наблюдали чел.:
Выполняемая работа:	Время:

1. Реакция работника/работников					
	Опасно	Неприменимо		Опасно	Неприменимо
1.1 Перестраивает работу	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.4 Наклоняется, прячется, уходит	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 Меняет положение	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5 Меняет или прячет инструмент	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 Приводит в порядок СИЗ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.6 Устанавливает защитные приспособления	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			1.7 Прекращает работу	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 1 – Фрагмент формы отчета по результатам ПАБ

Данные, полученные по результатам ПАБ, анализируются для определения ряда показателей, среди которых:

– Показатель опасности наблюдаемой категории по результатам одного проведенного аудита (N_{ion}):

$$N_{ion} = \frac{K_{ion}}{n - K_{inn}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где i – порядковый номер категории; n – количество критериев категории;

K_{ion} – количество выявленных критериев категории с показателем «опасно»;

K_{inn} – количество выявленных критериев категории с показателем «неприменимо».

Показатель опасности наблюдаемой категории по результатам всех проведенных аудитов с работниками подразделения (N_{ionl}):

$$N_{ionl} = \frac{\sum_{i=1}^l N_{ion}}{l}, \quad (2)$$

где i – порядковый номер категории;

l – количество проведенных аудитов с работниками подразделения за отчетный период.

В процессе внедрения ПАБ следует также определить «область тревоги», которая образуется вследствие увеличения значений показателя N_{ionl} отдельных категорий, требующих приоритетного внимания со стороны руководства при текущем уровне культуры производственной безопасности.

В рамках апробации нового подхода к обеспечению безопасности была выполнена процедура математической обработки данных 1011 аудитов, проведенных с апреля по июнь (этап №1, внедрение процедуры ПАБ) и с июля по декабрь (этап №2) 2019 года на объектах одного из газотранспортных предприятий. Изменение показателей опасности наблюдаемых категорий по результатам всех проведенных аудитов N_{ionl} представлено в виде лепестковых диаграмм на рис. 2.

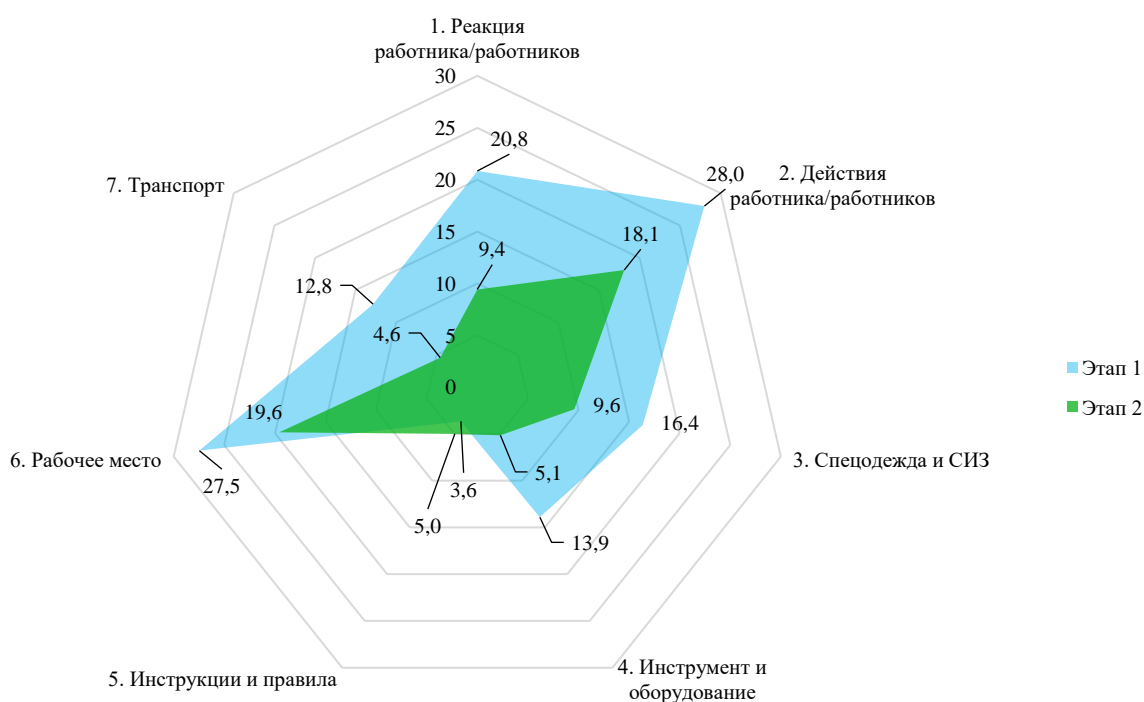


Рис. 2 – Изменения показателя N_{ionl} исследуемого газотранспортного предприятия, %

При анализе полученных результатов можно сделать вывод о существенном снижении значений показателя N_{ionl} в большинстве категорий с апреля по декабрь 2019 года, что говорит об уменьшении выявленных нарушений и подтверждает эффективность принимаемых руководством предприятия мер в области улучшения промышленной безопасности и охраны

труда, в частности, за счет внедрения ПАБ. Исключение составляет категория «Инструкции и правила», где значение показателя N_{ioni} было увеличено с 3,6% до 5%. Это может быть связано с тем, что инструкции в ряде случаев либо недоступны, либо непонятны персоналу, либо не соблюдаются. Руководству предприятия необходимо обратить внимание на данную категорию с анализом причин и предполагаемых действий.

Своевременная разработка корректирующих мероприятий по итогам проведения ПАБ позволяет существенно сократить количество выявленных нарушений в концепции риск-ориентированного подхода системы управления промышленной безопасностью и охраной труда.

Библиографический список

1. Р Газпром 18000.3-009-2019 «Единая система управления производственной безопасностью. Поведенческий аудит безопасности. Правила проведения»

УДК 547.564

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕНОЛОВ С ФРАГМЕНТАМИ ЛАКТАМОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Воробьев С.В.¹, Кошелев В.Н.¹

¹*Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина;
e-mail: vorstepan@yandex.ru*

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF PHENOLIC DERIVATIVES WITH LACTAMS FRAGMENTS: THEORETICAL AND APPLIED METHODS

Vorobyev S.V.¹, Koshelev V.N.¹

¹*National University of Oil and Gas «Gubkin University»*

Среди различных классов антиоксидантов одними из наиболее распространенных являются фенолы, что связано с их высокой эффективностью и хорошей растворимостью в большинстве органических растворителей. Тем не менее, актуальной задачей остается синтез новых веществ с антиокислительной активностью и меньшей токсичностью, содержащих фармакофорные фрагменты, в частности, лактамы.

Ранее нами был описан [1,2] синтез ряда лактамсодержащих производных алкилфенолов – тимола и 2,4-ди-трет-бутилфенола, а также двухатомного фенола пирокатехина, и исследована их антиокислительная активность на модели разложения гидропероксида кумола. Также был выполнен квантовохимический расчёт их антиоксидантной активности по энергии гомолитического разрыва связи О-Н в феноле с помощью полуэмпирического метода РМ6. По имеющимся литературным данным [3], значительный вклад в стабилизацию как исходной молекулы антиоксиданта, так и образующегося радикала вносят внутримолекулярные водородные связи. Нами, однако, было показано, что в исследуемой модели влияние водородных связей невелико, что объясняется, по-видимому, сравнительно высокой температурой, при которой проводился эксперимент.

Для подтверждения полученных результатов ряд синтезированных нами соединений **1-5** (рис. 1) исследован на способность проявлять антиоксидантную активность методом циклической вольтамперометрии (ЦВА). По данным исследований [4] можно считать доказанным, что потенциал окисления соединения связан с его антиокислительной способностью, и чем ниже потенциал, тем более высокую активность проявляет данное вещество.

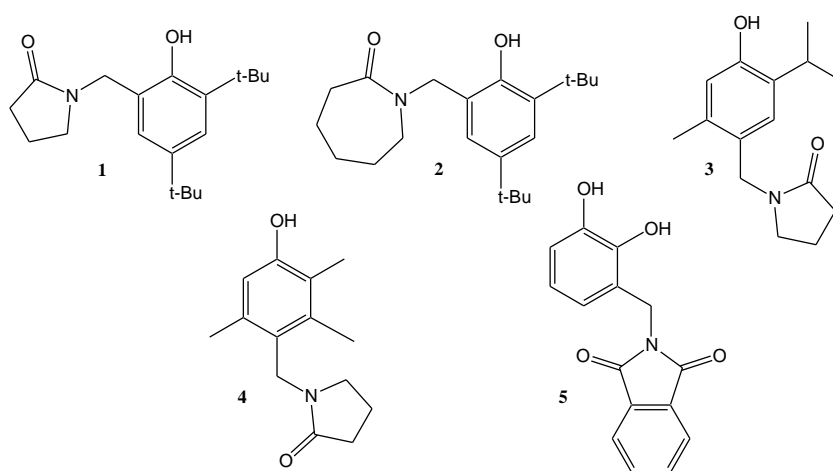


Рис. 1 – Структуры соединений **1-5**

Циклические вольтамперограммы (ЦВА) снимали в трехэлектродной, бездиафрагменной ячейке объемом 2 мл в ацетонитриле. Рабочим электродом

являлись стеклографитовый или платиновый электроды площадью 3,14 мм², а вспомогательным электродом – платиновый с площадью 70 мм². В качестве электрода сравнения использовали насыщенный хлорсеребряный с водонепроницаемой диафрагмой.

Рабочая скорость развертки потенциала составляла 0,2 В/с. В качестве фонового электролита использовали перхлорат н-тетрабутиламмония в концентрации 0,1 М в растворе ячейки.

Результаты исследования представлены в табл. 1. Сравнение активности синтезированных соединений проводилось с промышленным антиоксидантом ИОНОЛОМ.

Таблица 1

Потенциалы окисления соединений **1-5** и ионола

№ соединения	E ₁ , В	E ₂ , В	E ₃ , В
1	1,3	-	-
2	1,25	-	-
3	0,9	1,35	-
4	1,29	1,71	-
5	0,37	1,13	1,54
Ионол	1,45	-	-

В результате исследования показано, что все исследуемые соединения имеют потенциал окисления ниже, чем у ионола, что свидетельствует об их высокой антиокислительной активности. Однако, полученные результаты плохо согласуются с данными квантовохимических расчетов, что показывает реализацию несколько иного механизма окисления по сравнению с методом разложения гидроперекиси кумола. Это подтверждается наличием у соединений **3** и **4** второго потенциала окисления, связанного, вероятно, с дальнейшим протеканием реакции по свободномуорто-положению к гидроксильной группе в данных соединениях. Два потенциала у соединения **5** отвечают окислению двух гидроксигрупп, а третий – также реакции поорто-положению. Тем не менее, для подтверждения этого предположения требуются дальнейшие исследования, которые помогут совершенствовать модель квантовохимических расчетов антиокислительной активности и

облегчить направленный синтез соединений с наибольшей антиоксидантной активностью.

Библиографический список

1. Воробьев, С.В. Получение лактамсодержащих производных алкилфенолов / С.В. Воробьев, О.В. Примерова, В.Н. Кошелев, Л.В. Иванова // Бутлеровские сообщения, 2018, Т. 54 № 6, С. 124-131.

2. Воробьев, С.В. Синтез и исследование антиокислительной активности производных фенолов с гетероциклическими фрагментами / С.В. Воробьев, О.В. Примерова, Л.В. Иванова, В.Н. Кошелев, В.Д. Рябов // Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2018, №3(292), С. 221-230.

3. Васильев, Р.Ф. Антиоксидантная активность халконов. Хемилюминесцентное определение реакционной способности и квантово-химический расчет энергий и строения реагентов и интермедиатов / Р.Ф. Васильев, В.Д. Кънчева, Г.Ф. Федорова, Д.И. Бътовска, А.В. Трофимов // Кинетика и катализ. – 2010. – Т. 51 № 4. – С. 533-541.

4. Gomes, A. Cyclic voltammetric analysis of 2-styrylchromones: Relationship with the antioxidant activity / A. Gomes, E. Fernandes, M.B.Q. Garcia, A.M.S. Silva, D.C.G.A. Pinto, C.M.M.Santos, J.A.S.Cavaleiro, J.L.F.C.Lima // Bioorganic & Medicinal Chemistry. – 2008. – Vol. 16. – P. 7939-7943.

УДК 542.06

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ НОСИТЕЛЕЙ В АЛЮМООКСИДНЫХ СИСТЕМАХ

Выскубов Д.С., Григорьев А.С.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

e-mail: monkey_me@mail.ru

REGULATION OF THE POROUS STRUCTURE OF CARRIERS IN ALUMINUM OXIDE SYSTEMS

Vyskubov D.S., Grigoriev A.S.

Saint Petersburg State Institute of Technology

В катализе существует большая группа каталитических систем, состоящих из двух и более компонентов, один из которых, находясь в большом избытке, выполняет функцию носителя. Один из наиболее широко используемых носителей катализаторов – оксид алюминия (Al_2O_3). Он обладает достаточным количеством качеств хорошего носителя, среди которых высокая температура плавления, высокоразвитая поверхность, пористость и низкая насыпная плотность [1]. Однако его самая

примечательная особенность заключается в многообразии его модификаций и фазовых превращений в зависимости от температуры. Существует шесть основных переходных фаз оксида алюминия, обозначаемых: χ , η , γ , θ , δ , κ и одна стабильная форма – α (корунд) [1]. Данная работа будет посвящена особенностям приготовления носителей из γ - Al_2O_3 .

Актуальность данной темы стоит в решении проблем, связанных с изготовлением или использованием новых носителей для катализаторов. Для протекания каталитической реакции, как гетерофазного процесса, существенны суммарный объем пор, распределение этого объема по порам различного размера, распределенные в пространстве носителя [2]. Таким образом, необходимо иметь представление о том, как можно регулировать пористую структуру носителей.

Существуют различные способы регулирования пористой структуры, один из них – введение в формовочную пасту (окси)гидроксида алюминия, соответствующего фазе Al_2O_3 в системе, полученного термообработкой самого (окси)гидроксида. Именно такой подход к синтезу алюмооксидного носителя (далее – АОН) реализован в настоящей работе.

Для приготовления АОН были использованы гидроксид алюминия псевдобемитной структуры ($\text{AlOOH}\cdot n\text{H}_2\text{O}$; далее – ПБ) и соответствующий ему гамма-оксид, полученный термообработкой ПБ при 750°C в течение 4-х часов (далее – γ - Al_2O_3). В качестве пептизатора и пластификатора формовочной пасты выступали HNO_3 (конц.) и 5% масс. раствор поливинилового спирта. Схема синтеза представлена на рисунке 1. Формование проводилось на плунжерном экструдере путем выдавливания формовочной пасты через фильеру диаметра 3 мм. Таким образом получились гранулы-экструдаты цилиндрической формы. Далее образцы АОН подвергались провяливанию в течение 24 часов при комнатной температуре, а после – термообработке при 750°C в течение 4 часов. Для анализа пористой структуры были приготовлены АОН следующих составов (масс. % Al_2O_3): 10, 50, 90.



Рис. 1 – Схема синтеза АОН с полимодальной пористой структурой

После получения образцов носителя проводился анализ их пористой структуры. Основными характеристиками пористости носителей являются суммарный объем пор V_{Σ} , который рассчитывался по поглощению гранулами носителя пикнометрической жидкости (воды), и предельный объем сорбционного пространства W_s , который измерялся с помощью капиллярной конденсации азота при $P/P_s = 0,99$ на установке «Autosorb 6iSA».

Как можно заметить, пористая структура синтезированного носителя меняется не линейно, имея некоторый максимум. Изобразив полученные данные с заданной точностью, получим зависимость, изображенную на рисунке 2, на которой можно проследить изменение пористой структуры носителя из оксида алюминия.

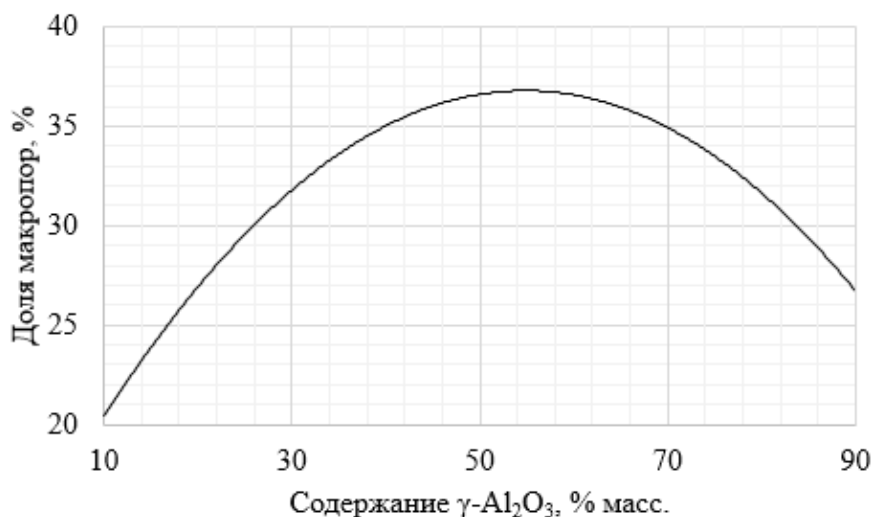


Рис.2 – Графическое изображение соотношения состава АОН и доли макропор с их суммарным объемом пор, отраженных в данных таблицы 1

В ходе исследования и анализа приготовленных АОН, полученных методом пептизации(окси)гидроксида и последующего введения оксида

алюминия, получены начальные данные и вид зависимости доли макропор в гранулах носителя относительно суммарного объёма пор от доли введенного $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Стоит отметить, что на данный момент получен лишь первоначальный вид этой зависимости, который будет уточнен в ходе выполнения дальнейших экспериментов в рамках данного исследования. Помимо этого, ставится задача оценить воспроизводимость и повторяемость полученных и будущих результатов

Библиографический список

1. Пахомов Н.А. Научные основы приготовления катализаторов. – Новосибирск: СО РАН, 2011. – 262 с.
2. Веселов В.В. Пути совершенствования высокотемпературных катализаторов конверсии углеводородов. – Киев: «НАУКОВА ДУМКА», 1975. – С.54-70.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОРОФОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОАЛЮМИНИЯ

Ганин С.В.¹, Еремин А.В.²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

² Институт высокомолекулярных соединений РАН

e-mail: ganin_sv@spbstu.ru

ALTERNATIVE POROFORES FOR PRODUCING ALUMINUM FOAM

Ganin S.V.¹, Eremin A.V.²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

² Institute of macromolecular compounds RAS, St. Petersburg, Russian Federation

Металлическая пена является перспективным материалом для создания легких и прочных конструкций. В настоящее время такие материалы могут быть востребованы в строительной, машиностроительной, машиностроительной, автомобильной, авиационной и космической отраслях. Однако их использование ограничено из-за сложности их создания и производства.

Для повышения прочности такие материалы часто используют в составе различных многослойных композитов. Для получения более прочных и более легких материалов разработаны слоистые композитные материалы, в просторечии именуемые «сэндвичами» [1]. Они имеют трехслойную структуру из вспененного металла в качестве сердцевины и компактного листового металла в качестве внешних слоев. Свойства таких композитов являются суперпозицией свойств листового металла и металлических пен.

Одним из ключевых моментов в получении сэндвича является выбор порофорного пенообразователя, поскольку свойства конечного продукта полностью зависят от свойств получаемой пены. Еще одним важным фактором является температура пенообразования и длительность процесса вспенивания, поскольку размер пор, свойства пор, дисперсия и объем полученного образца зависят от них.

Гидрид титана, нестехиометрическое соединение со стехиометрией TiH (1,8-1,99), нашел почти исключительное применение в качестве

пенообразователя для алюминиевой пены. Однако он дорог и приводит к водородному охрупчиванию алюминия.

Целью данного исследования являлось изучение возможности использования альтернативных порофоров для производства пенопластов.

Для исследования были выбраны пенообразующие композиции, идентичные порофорам, используемым для пенообразования:

- смесь № 1: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}-\text{NaHCO}_3-\text{CaCO}_3$;
- смесь № 2: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{CaCO}_3$;
- смесь № 3: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{CaCO}_3-\text{NaCl}$.

Также для сравнения были взяты стандартные порофоры:

- гидромагнезит («магнезия»): $m\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$;
- Гидрид титана: TiH_2 .

Кремниевую кислоту $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ сушили на воздухе при 80°C . Карбонаты натрия, кальция и хлорида натрия сушили в печи при 105°C . Бикарбонат натрия (пищевая сода) и гидромагнезит использовали без предварительной подготовки. Все компоненты порофоров взвешивались на лабораторных весах до сотых долей грамма. В качестве основного металла использовали порошок алюминиевого сплава АКД-12 [2]. Этот порошок относится к легированным порошкам. Он состоит из 86,5% алюминия, 13% кремния и 0,5% железа. Размер порошковой фракции составлял 140 - 315 мкм.

Смешивание компонентов производилось в смесителе типа «пьяная бочка» до получения однородной массы.

Основной материал - алюминиевый сплав и порофоры были смешаны в соотношении АКД-12 - 99% (69,3 г), порофор - 1% (0,7 г)

- Время перемешивания - 30 минут.
- Скорость перемешивания - 80 об / мин.

Компактирование порошковой смеси проводилось на гидравлическом прессе ПСУ-50 с усилием 7 тонн в матрице диаметром 25 мм. Полученные заготовки в виде «таблеток» были помещены в алюминиевые цилиндры, которые впоследствии служили в качестве внешнего слоя в полученном

многослойном композите. После этого образцы были проэкструдированы на прессе ПСУ-125 до прутка диаметром 10мм.

Исследование вспенивания проводили в лабораторной электрической печи ПЛ 20 / 12,5 при трех температурах: 540, 650 и 700 °С. Температуры подбирались опытным путем. Время нагрева 5 минут.

После обработки образцов при температуре 540 ° С их внешний вид не изменился, так как этот уровень нагрева соответствует только началу процесса пенообразования. На этом этапе происходит структурное изменение, что приводит к зарождению пузырьков. При повышении температуры на 110 °С начали происходить внешние изменения. После термообработки при температуре 650 °С у новых порофоров наблюдается незначительное увеличение объема по сравнению со стандартными TiH₂ и магниевыми вспенивающими агентами. Самой стабильной структурой обладают образцы, вспененные при 700 °С (рис. 1).

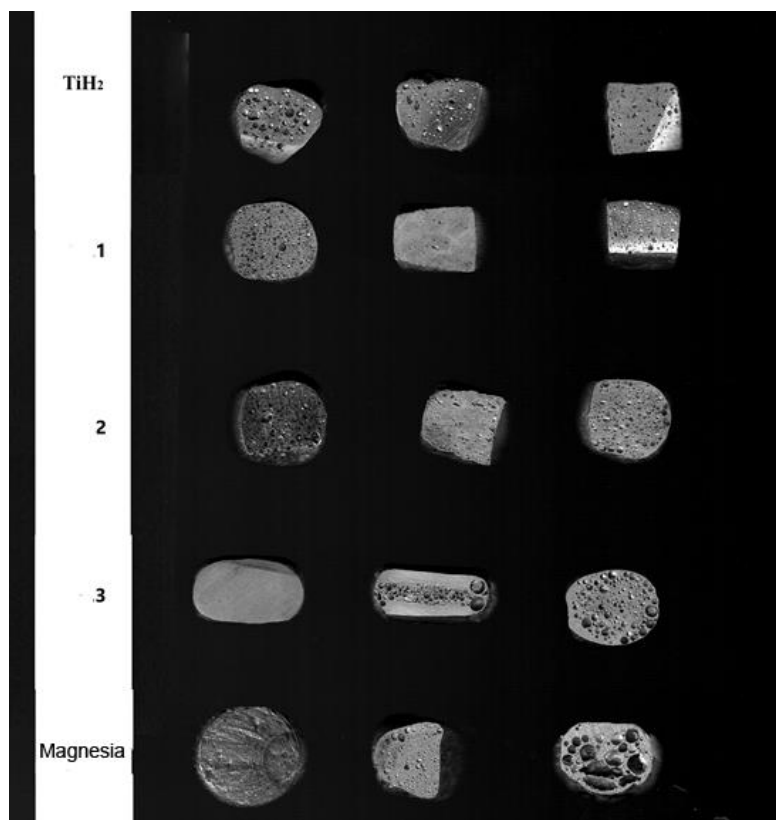


Рис. 1 – Поперечное сечение различных образцов пеноалюминия при температуре обработки 700 °С

Выводы

Предложены новые составы вспенивающих агентов, основанные на процессах стеклования, которые выделяют значительное количество CO₂ в интервале температур плавления сплава АКД-12. Экспериментально была установлена оптимальная температура 700 °С для вспенивания алюминия на основе предложенных порофоров. Алюминиевая пена, полученная с использованием этих порофоров, имеет однородную структуру, сферические поры не имеют больших размеров, что, как следствие, обеспечивает достаточно высокие механические свойства получаемого материала.

Библиографический список

1. Qingxian, H., Sawei, Q., & Yuebo, H., Development on Preparation Technology of Aluminum Foam Sandwich Panels. *Rare Metal Materials and Engineering*, 2015, 44(3): 548–552.
2. Budelovskiy DI, Petrovich SY, Lipin VA, Andreeva, VD. Mechanical alloying of powder alloy Al - Si - Ni with nanosized carbon additions. *Tsvetnye Metally*. 2016. 9 (77-82). DOI: 10.17580/tsm.2016.09.11

УДК 674.81

ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БЕРЕЗОВОГО ОПИЛА

Быкова О.В.¹, Герасимова А.Д.¹, Сафонова М.Е.¹, Савиновских А.В.¹, Артёмов А.В.¹,
Бурындин В.Г.¹

¹*Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)
e-mail: aringer270198@gmail.com*

PRODUCTION THE WOOD-PLASTIC IS BASED ON A MODIFIED BIRCH SAWDUST

Bykova O.V.¹, Gerasimova A.D.¹, Safonova M.E.¹, Savinovskih A.V.¹, Artyomov A.V.¹,
Burundin V.G.¹

¹*Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg)*

Известна возможность получения древесных пластиков без добавления связующих веществ (ДП-БС) из отходов деревообработки (в основном опил хвойных пород) методом горячего прессования [1].

Получение таких пластиков обусловлено наличием лигнина в исходном сырье. Для его активации может быть рассмотрена возможность добавления модифицирующих добавок пресс-сырью, в т.ч. и типа полиоксометаллатов, что в также, может ускорить формирование ДП-БС, повысить их физико-

механические свойства, а также позволит выполнять процесс прессования при более низких показателях давления и температуры [2, 3].

Наибольший интерес представляет получение ДП-БС на основе березового опила с использованием изометилтетрагидрофталевого ангидрида (ИМТГФА).

Целью данной работы являлось изучение с помощью математического планирования эксперимента влияния содержания ИМТГФА, а также условий получения (влажность пресс-сырья, температуры прессования), на физико-механические свойства ДП-БС.

Для исследования свойств ДП-БС, полученных на основе березового опила с добавлением ИМТГФА и для предварительной оценки влияния одновременно изменяемых технологических факторов при образовании пластика, в работе был проведен трехфакторный эксперимент [4].

Постоянными факторами являлись: давление прессования (40МПа); продолжительность прессования (10 мин); время охлаждения под давлением (10 мин); фракционный состав исходного пресс-сырья (0,7 мм).

Области изменения факторов были приняты следующие: влажность пресс-сырья – 8...16 % (Z_1); содержание модификатора ИМТГФА – 2...6 % (Z_2); температура прессования – 165-185 °С (Z_3).

За выходные параметры были взяты следующие свойства ДП-БС: $Y(P)$ - плотность, г/см³; $Y(\Pi)$ - прочность при изгибе, МПа; $Y(T)$ - твердость, МПа; $Y(B)$ - водопоглощение, %; $Y(L)$ - разбухание по толщине, %; $Y(A)$ – ударная вязкость, кДж/м².

Значения физико-механических свойств полученных пластиков в зависимости от влажности, содержания модификатора и температуры прессования представлены в табл.1.

Таблица 1

Физико-механические показатели пластика на основе березового опила с добавлением модификатора ИМТГФА

№	Y(P), г/см ³	Y(T), МПа	Y(Π), МПа	Y(B), %	Y(L), %	Y(A), кДж/м ²
1	1049	84,6	17,4	41,5	5,9	3,2
2	1118	61,6	21,4	46,6	5,7	2,6
3	1117	59,7	11	41,2	3,9	2,2
4	1082	42,0	25,2	69,6	11,4	2,5
5	1088	103,5	13,5	67,1	6,0	3,7
6	1008	74,0	17,9	70,1	6,6	2,3
7	1005	67,0	10,3	57,6	6,3	3,8
8	1047	76,6	23,2	78,5	9,9	3,5
9	1004	85,0	19,1	76,9	11,2	2,2
10	1052	69,2	22,4	49,9	7,1	1,4

Для получения экспериментально-статистических моделей свойств пластика на основе березового опила и ИМТГФА, с использованием программного комплекса «MicrosoftExcel» был проведен регрессионный анализ полученных результатов эксперимента с вероятностной оценкой адекватности полученных моделей экспериментальным данным [4].

В результате регрессионного анализа были получены следующие адекватные уравнения регрессии и коэффициентов их корреляции:

$$Y(P) = -208,625 + 38,375 \cdot Z_1 + 80,5 \cdot Z_2 + 7,325 \cdot Z_3 + 0,28125 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,225 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0,475 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (1-\alpha=0,06);$$

$$Y(T) = 404,9863 - 12,2391 \cdot Z_1 - 15,0229 \cdot Z_2 - 1,95863 \cdot Z_3 + 0,693898 \cdot Z_1 \cdot Z_2 + 0,064861 \cdot Z_1 \cdot Z_3 + 0,066286 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (1-\alpha=0,55);$$

$$Y(B) = 112,5275 + 0,840156 \cdot Z_1 + 17,14344 \cdot Z_2 + 0,025 \cdot Z_3 + 0,643906 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,02978 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0,14981 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (1-\alpha=0,91);$$

$$Y(\Pi) = 38,4525 - 1,85063 \cdot Z_1 - 8,75188 \cdot Z_2 + 0,0365 \cdot Z_3 + 0,293125 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,0025 \cdot Z_1 \cdot Z_3 + 0,030125 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (1-\alpha=0,92);$$

$$Y(L) = 4,38 + 0,685625 \cdot Z_1 - 2,31375 \cdot Z_2 + 0,0955 \cdot Z_3 + 0,165313 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,00975 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0,00075 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (1-\alpha=0,53);$$

$$Y(A) = 11,19375 + 0,708281 \cdot Z_1 - 2,96031 \cdot Z_2 - 0,04225 \cdot Z_3 + 0,031719 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,00441 \cdot Z_1 \cdot Z_3 + 0,014688 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (1-\alpha=0,89).$$

По полученным адекватным уравнениям регрессии (по показателям прочности при изгибе и водопоглощению) были построены поверхности

отклика изученных свойств от величины варьируемых факторов, представленные на рис.1 и 2.

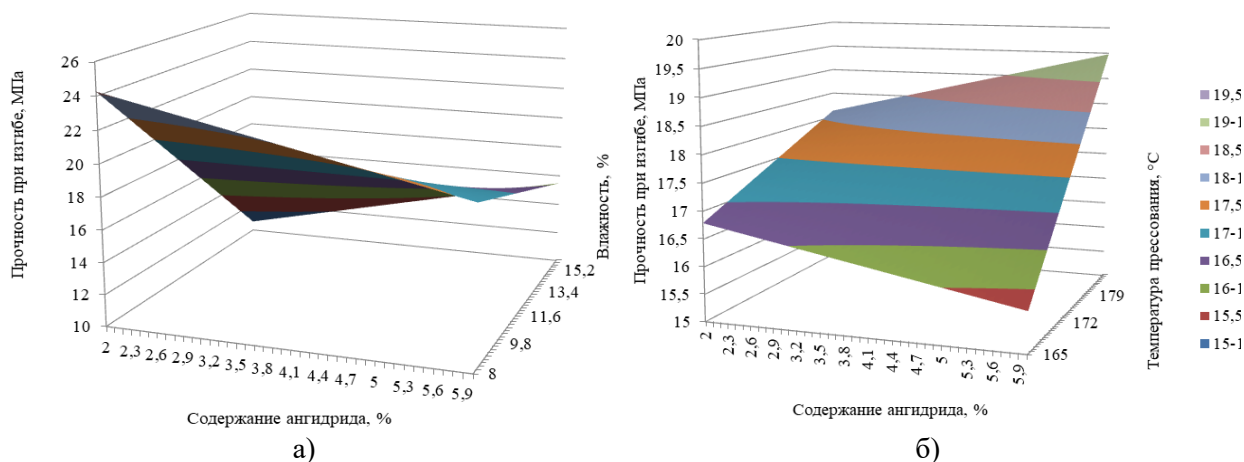


Рис.1 – Поверхность зависимости прочности при изгибе пластика: а) от содержания ангидрида и влажности пресс-сырья, при неизменной температуре, равной 175 °С; б) от содержания ангидрида и температуры прессования, при неизменной влажности, равной 12%

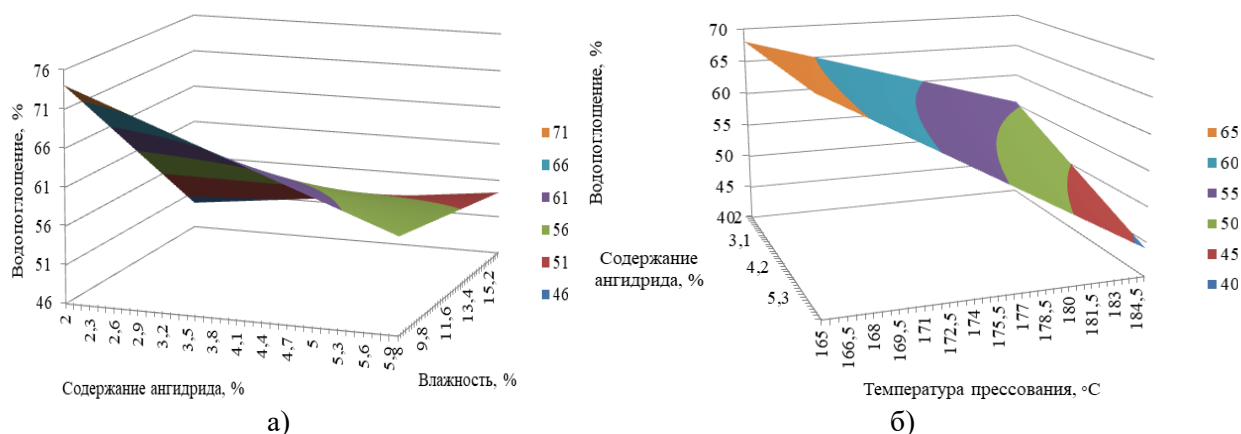


Рис.2 – Поверхность зависимости водопоглощения пластика: а) от содержания ангидрида и влажности пресс-сырья, при неизменной температуре, равной 175 °С; б) от содержания ангидрида и температуры прессования, при неизменной влажности, равной 12%

На рис.1-2 можно сделать следующие выводы:

1. Использование ИМТГФА не влияет на показатель водопоглощения при получении образцов ДП-БС с высокими показателями прочности.
2. При использовании ИМТГФА, увеличение показателя прочности при изгибе ДП-БС возможно только при увеличении температуры прессования.
3. Достижение оптимального соотношения показателей прочности при изгибе и водопоглощению возможно ДП-БС в условиях изменения содержания ИМТГФА и влажности в пресс-композиции до средних показателей в изучаемом интервале.

Библиографический список

1. Получение изделий прессованием в закрытых пресс-формах из фенопластов без добавления связующих / Дедюхин В.Г., Бурындин В.Г., Мухин Н.М., Артёмов А.В. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2005. № 3. С. 90-94.

2. Влияние модификаторов на физико-механические свойства древесных пластиков без добавления связующих / Савиновских А.В., Артёмов А.В., Бурындин В.Г. // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. -2016. -Т. 20, № 3. -С. 55-59.

3. Изучение получения древесных и растительных пластиков без связующих в присутствии катализаторов типа полиоксометаллатов / Бурындин В.Г., Бельчинская Л.И., Савиновских А.В., Артёмов А.В., Кривоногов П.С. // Лесотехнический журнал. 2018. Т. 8. № 1 (29). С. 128-134.

4. Прикладные научные исследования: учебник / В.В. Глухих. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016 — 240 с.

УДК 504.064.2.001.18

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД КУРОРТНОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ИНДЕКСАМ

Голиченко Э.С.¹, Строганова М.С.²

¹*СПб ГБПОУ «Петровский колледж»*

²*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: elya.golichenko@yandex.ru*

INTEGRAL ASSESSMENT OF NATURAL WATER QUALITY OF THE ST. PETERSBURG KURORTNY DISTRICT BY HYDROCHEMICAL INDICES

Golichenko E.S.¹, Stroganova M.S.²

¹*St. Petersburg «Petrovsky College»*

²*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design
High School of technology and energy*

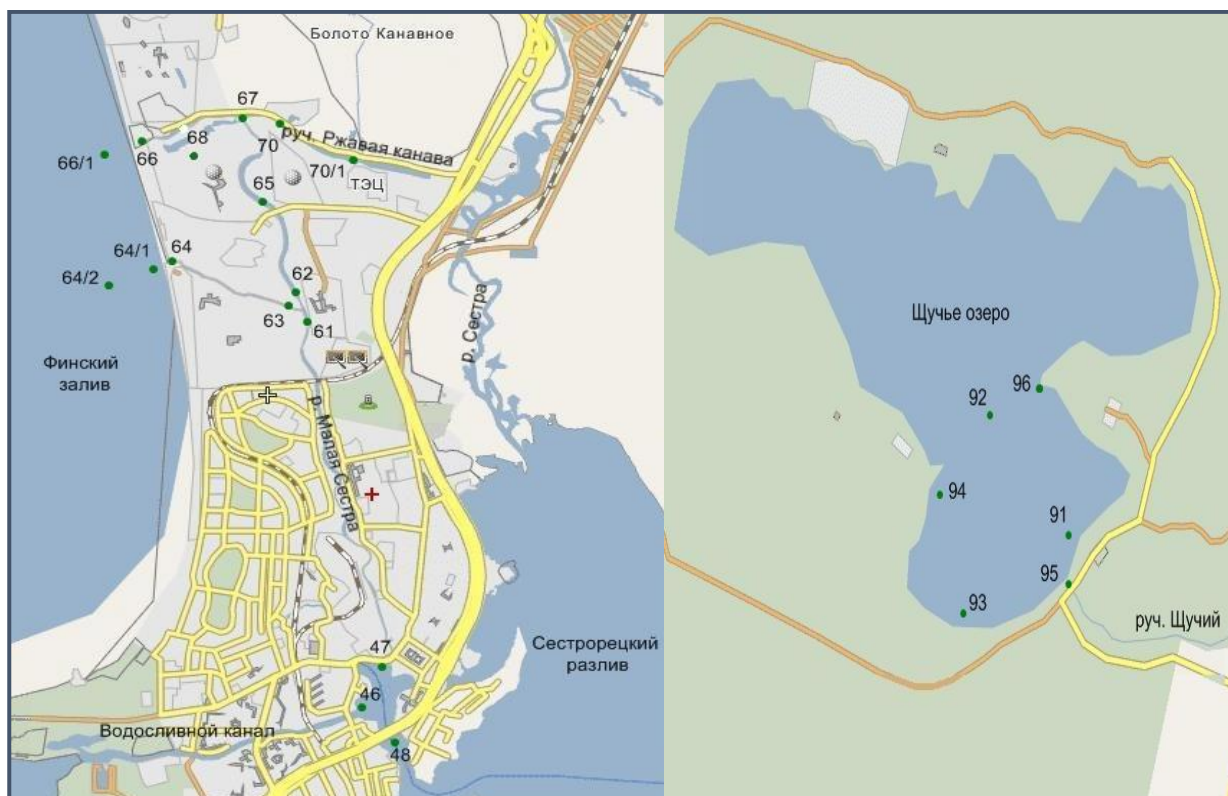
В данной работе, на основании ранее проведенных анализов, проводится расчет интегральных показателей качества воды водных объектов в Курортном районе Санкт-Петербурга. Для интегральной оценки были взяты данные гидрохимического мониторинга за летний период 2019 года. В ходе исследований было проанализировано более 30 проб на основные гидрохимические показатели (рис. 1, 2).

Понятие качества воды включает совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества производится по таким параметрам, как содержание

растворенного кислорода, БПК, биогенных элементов, металлов и химических соединений [1].

Целью данной работы являлся расчет интегральной оценки качества природных вод Курортного района Санкт-Петербурга по гидрохимическим показателям за летний период 2019 года. Результат расчета подтверждает о необходимости проведения комплекса природоохранных мероприятий, направленных на восстановление и реабилитацию водных объектов.

Одним из методов оценки качества вод является интегральный метод. Достоинство метода состоит в том, что наряду с возможностью проведения оценок по комплексу показателей загрязняющих веществ он позволяет учитывать частоты их нормативных превышений.



Карты водных объектов с нанесением точек контроля [4]

Рис. 1. Сестрорецкий разлив, р. Малая Сестра, руч. Ржавая канава, Финский залив, г. Сестрорецк

Рис. 2. Щучье озеро, пос. Комарово, заказник «Озеро Щучье», г. Зеленогорск

Класс качества воды был определен по гидрохимическому индексу загрязненности воды (ИЗВ). Индекс показывает уровень загрязнения водного объекта с учетом концентрации определяемых компонентов, их количества и

установленных предельно допустимых концентраций, согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ № 552 [2].

Индекс загрязнения воды рассчитывается по шести показателям, исследованных на основе химико-аналитического метода определения содержания компонента в природной воде данных объектов. Основными параметрами являются растворенный кислород и БПК₅, а также в расчетах были взяты компоненты, которые близки или превышают установленный норматив: SO_4^{2-} , Fe^{3+} , NH_4^+ , PO_4^- , NO_3^- , Cu^{2+} [4]. По полученным расчетам индекса ИЗВ была построена диаграмма (рис.3).

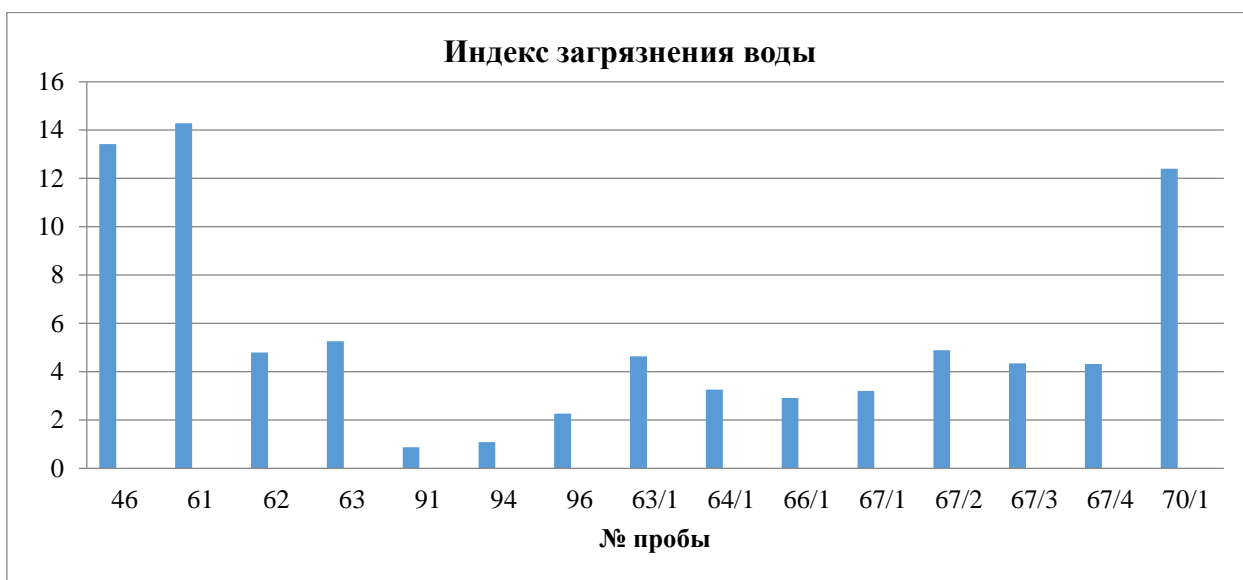


Рис. 3 - Индекс загрязнения воды исследуемых водных объектов в летний период 2019

Проанализировав диаграмму, следует отметить, что к классу чрезвычайно грязных вод относятся пробы в точках 46, Сестрорецкое водохранилище, перед платиной Гаусса, точка контроля 61, находится на реке Малая Сестра, у моста и 70/1 река Ржавая канава, около ТЭЦ. Пробы воды в точках контроля 71, 64/1, 66/1 Финский залив, г. Сестрорецк, относят к загрязненной воде. Антропогенное воздействие обусловлено изменением химического состава воды вследствие поступления в водные объекты загрязненных хозяйственно-бытовых вод от детских оздоровительных лагерей и жилых домов, а также поступление тяжелых металлов от автомагистралей, и загрязнением

ливневыми и талыми водами. По индексу ИЗВ при оценке качества природной воды Щучьего озера (точки 91,94, 96), расположенное в заказнике «ОзероЩучье» было определено, что класс качества - II, чистые воды.

Индекс трофического состояния рассчитывался по основным параметрам кислородного режима водоёма – насыщенность водного объекта кислородом и уровень рН, УЭП, температурный режим [3]. Определение трофии водоема по классификационным шкалам позволяет рассматривать этот показатель не только в современном состоянии, но и оценить его динамические изменения (табл. 1).

Трофность водного объекта обусловлена высоким содержанием биогенных элементов в пробе – азота, фосфора, калия и их соединений. Также нельзя допускать и отсутствие в водном объекте этих важных компонентов, которые участвуют в химико-биологических процессах водной экосистемы, необходимых для правильного ее функционирования и процессов самоочищения [4].

Таблица 1

Индекс трофического состояния исследуемых водных объектов в летний период 2019

Название водного объекта	O ₂ , мг/л	рН, ед. рН	ITS	Трофическое состояние
Сестрорецкое водохранилище	104,4	7,5	7,03	Олиготрофное
Оз. Щучье	110,2	6,4	5,97	Дистрофное
р. Малая Сестра	78,71	6,9	8,6	Эвтрофное

В результате полученных данных за летний период 2019 года можно сделать следующие выводы о трофическом состоянии водоемов. Щучье озеро относится к дистрофному экологическому состоянию, что говорит о достаточно бедном составе биогенных элементов в данном водоёме. Продукционно-деструкционный баланс в летний период 2019 года Щучьего озера отмечен как отрицательный, П<Д.

Согласно расчетам ITS в водах Сестрорецкого водохранилища, вблизи платины Гаусса трофическое состояние определяется как олиготрофное, продукционно-деструкционный баланс нулевой, П=Д.

Трофический статус бассейна реки Малая Сестра определен как эвтрофный, продукционно-деструкционный баланс положительный, П>Д. Это может быть обусловлено повышенным антропогенным воздействием со стороны автомагистрали, сточных вод жилых домов и детских оздоровительных лагерей, расположенных на данных водных объектах.

Библиографический список

1. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб: Гидрометеоздат, 2001. - 383 с.
2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
3. Цветкова, Л.И. Экология: учебник для техн. вузов / Л.И. Цветкова [и др.]. – М. : Изд-во АСВ ; Спб.: Химиздат, 2004. – 488 с.
4. Строганова М.С., Кушнеров А.И., Федотов Д.О. Комплексная оценка состояния водных объектов по интегральным показателям и индексам // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей VII Молодежного экологического конгресса "Северная Пальмира" 2016. - С. 183-187.

УДК 676.024.6

АНАЛИЗ РИСУНКОВ НОЖЕВЫХ РАЗМАЛЫВАЮЩИХ ГАРНИТУР ДИСКОВЫХ МЕЛЬНИЦ

Гончаров А.В., Решетова Н.С.

Сибирский государственный университет науки и технологий

Имени академика М.Ф. Решетнева

e-mail: overlord-87-olya@mail.ru

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF KNIFE FONTS AND EFFICIENCY OF THEIR USE AT CELLULOSE GRIND

Goncharov A.V., Reshetova N.S.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

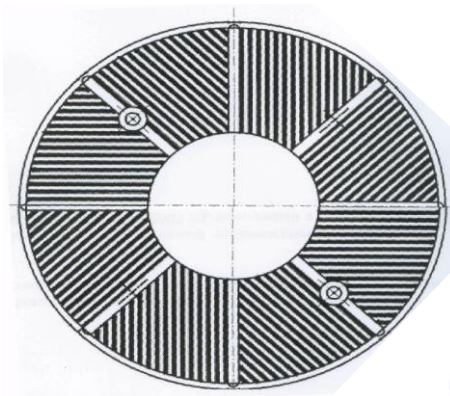
Основным элементом конструкции дисковой мельницы, осуществляющим непосредственное воздействие на волокнистую массу в процессе ее разработки, является ножевая гарнитура. Качественные показатели процесса размолла, транспортирующая способность мельницы, ее технико-экономические характеристики зависят наряду с частотой вращения диска и потребляемой мощностью от параметров гарнитуры [1]. Рабочая поверхность гарнитуры характеризуется количеством, размерами ножей и канавок, а также

их расположением на поверхности. Выбор характера исполнения рисунка гарнитуры зависит от ее назначения. Повышенные значения секундной режущей длины обеспечивают высокую производительность, но при этом будет преобладать рубящее воздействие на волокно, что негативно скажется на прочностных свойствах готовой продукции, в свою очередь повышением площади контакта ножей можно добиться хорошей фибрилляции волокна.

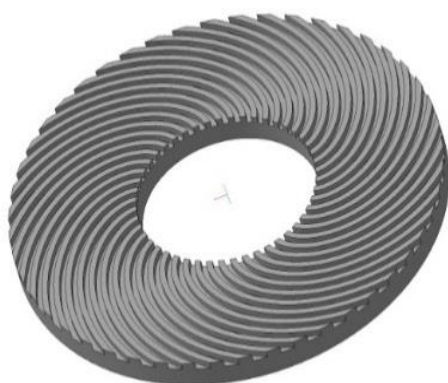
В данной работе проводится сравнительный анализ характеристик двух вариантов исполнения ножевых размалывающих гарнитур (рис 1.), разработанных исследователями кафедры машин и аппаратов промышленных технологий (МАПТ) Сибирского государственного университета науки и технологии им.М.Ф. Решетнева.

Гарнитура, снабженная ножами прямолинейной формы с углом их наклона к оси равным 45° , обладает одной из распространенных схем расположения ножей на рабочей поверхности гарнитуры, применяемой на отечественных дисковых мельницах, используемых в ЦБП [2].

Гарнитура с криволинейной эвольвентной формой ножей, позволяет увеличить секундную режущую длину режущих кромок, площадь контакта ножей ротора и статора и суммарную площадь поверхности ножей за счёт обеспечения возможности более плотного распределения максимального количества ножей на кольцевой размалывающей поверхности диска. Этому способствует то, что шаг между режущими кромками, толщина ножевых выступов и ширина межножевых канавок постоянны от входной окружной кромки диска до выходной [3]. Такие характеристики предполагают получение высоких значений бумагообразующих показателей размолотой волокнистой массы и физико-механических характеристик готовых отливок.



наружный диаметр, $D = 290$ мм;
 внутренний диаметр, $d = 130$ мм;
 толщина ножа, $\delta = 3$ мм;
 высота ножа, $h = 3$ мм;
 ширина канавки, $b = 4$ мм;
 секундная режущая длина, $L_s = 14400$ м/с;
 площадь контакта ножей
 ротора и статора, $F = 0,013$ м²;
 отношение площади поверхности ножей к
 общей площади поверхности гарнитуры,
 $F_{\text{разм.}}/F_{\text{общ.}} = 45$ %



a
 наружный диаметр, $D = 290$ мм;
 внутренний диаметр, $d = 130$ мм;
 толщина ножа, $\delta = 5$ мм;
 высота ножа, $h = 4$ мм;
 ширина канавки, $b = 3$ мм;
 секундная режущая длина, $L_s = 9800$ м/с;
 площадь контакта ножей
 ротора и статора, $F = 0,021$ м²;
 отношение площади поверхности ножей к
 общей площади поверхности гарнитуры,
 $F_{\text{разм.}}/F_{\text{общ.}} = 52$ %
б

Рис. 1 – Схема и характеристика ножевых размалывающих гарнитур:
 а - гарнитура традиционная восьмисекторная с прямолинейной формой ножей с углом 45°;
 б- гарнитура с криволинейными ножами эвольвентной формы

Использование узких ножей, позволяет повысить производительность за счет увеличения секундной режущей длины, тогда как увеличение толщины ножа с одновременным уменьшением ширины канавки повышает площадь ножей к общей площади гарнитуры и даст преимущественно контакта ножей ротора и статора, а также отношение площади поверхности фибриллирующий эффект при размоле.

В табл.1 приведены подтверждающие данные, полученные авторами при размоле до степени помола 60 °ШР белой сульфатной хвойной целлюлозы (продукции ОАО «Группа «Илим» в г. Братске) на полупромышленной дисковой мельнице в лаборатории размола кафедры МАПТ с использованием рассматриваемых в данной работе гарнитур, при прочих равных условиях

процесса размола (концентрация волокнистой массы - 2 %; частота вращения ротора - 1500 об/мин; межножевой зазор - 0,1 мм).

Таблица 1

	Гарнитура с ножами прямолинейной формы	Гарнитура с криволинейными ножами прямолинейной формы
Длина волокна, мм	0,75	1,05
Межволоконные силы связи, кПа	0,15	0,18
Разрывная длина, м	4200	5750

Таким образом, использование размалывающей гарнитуры с эвольвентной формой ножей позволит повысить качество обработки за счет преобладающего воздействия нормальных усилий на волокнистый полуфабрикат, что способствует сохранению природной длины волокна и осуществления его большей фибрилляции.

Библиографический список

1. Алашкевич, Ю.Д. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Часть 2: учебное пособие для студентов направлений 151000.62, 151000.68 «Технологические машины и оборудование», 051000.62, 051000.68 «Профессиональное обучение», 240100.62 «Химическая технология» очной и заочной форм обучения/ Ю.Д. Алашкевич, Н.С. Решетова. – Красноярск: СибГТУ, 2014.

2. Ю.Д. Алашкевич, В.И. Ковалев, А.А. Набиева / Патент на изобретение № 2314381 Размалывающая гарнитура для дисковой мельницы МПК D21D1/30 (2006.01) B02C7/12 (2006.01).

3. Ю.Д. Алашкевич, В.И. Ковалев, Е.Е. Пахарь, Д.В. Нестеров / Патент на изобретение № 2365695 Размалывающая гарнитура МПК D21D1/30 (2006.01) B02C7/12 (2006.01).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИОФЕНА В СМОЛЕ КОКСОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКИХ СЛАНЦЕВ

Григорьева Д.М., Султанова Е.И.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: di.diana@bk.ru

DETERMINATION OF THIOPHENE IN COKING RESIN OF THE LENINGRAD SHALES

D.M. Grigoryeva, E.I. Sultanova
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Планомерно возрастающие стоимости нефти и газа повышают эффективность использования не только угля, но и сланцев как в энергогенерации, так и сырья химической промышленности. При этом следует отметить наличие больших ресурсов горючих ископаемых на территории России, в том числе Ленинградского и группы Волжских месторождений сланцев [1]. Несмотря на значительное содержание минеральной части в Ленинградских сланцах, низкая стоимость добычи предполагает увеличение экономических стимулов для увеличения их добычи и использования.

Несмотря на низкую рентабельность при использовании сланцев далеко от мест добычи, применение и переработка сланцев на месте актуальны и для повышения прибыли следует рассматривать комплексную переработку сланцев с выделением дефицитных и дорогостоящих индивидуальных соединений или фракций [2,3], но несмотря на многочисленные работы по переработке сланцев для получения газообразного и жидкого топлива газификацией с паром и кислородом была показана их низкая рентабельность при крупномасштабном производстве.

Одним из ценных сераорганических соединений, которое может содержаться в смоле коксования, является тиофен, определение содержания которого в смоле и было целью работы. Как следствие структуры и свойств, тиофен находит применение при синтезе гербицидов, кремнийорганических полимеров, может применяться при производстве добавок к смазочным маслам, гидравлическим и охлаждающим жидкостям, каучукам,

флотоагентам. Такие применения обеспечивают высокую стоимость и спрос на тиофеновое сырье. Поэтому определение тиофена в смоле сланцепереработки актуальная задача.

При определении тиофена основной сложностью является большое количество тяжелых фракций в смоле газификации, что делает затруднительным использование газовой хроматографии. При классическом вводе смолы тяжелые фракции будут необратимо загрязнять лайнер и начальный отрезок капиллярной колонки, а при разгонке и анализе только легкой фракции будут наблюдаться заниженные значения. Для нивелирования этого ограничения в работе предлагается использовать невысокие температуры испарителя, незначительно превышающие температуры кипения тиофена (90-100 °С), использование отрезка колонки длиной около 2 м в качестве предколонки, установку тройника, который делит капиллярную колонку на две неравные части и продувку короткого отрезка после прохождения пика тиофена. Все эти усовершенствования позволяют выполнять анализ тиофена без разделения смолы. Учитывая низкие количества тиофена было предложено использовать селективный по сере детектор – ПФД (пламенно-фотометрический детектор), исходя из его нелинейности были построены калибровочные кривые, используя смеси тиофен-гексан с различным содержанием тиофена.

В результате работы было показано, что содержание тиофена в смоле газификации не превышает 0,07% масс., однако изменяется в зависимости от условий газификации и комплексное выделение серосодержащих соединений может быть целесообразно в зависимости от стоимости сырья и продуктов на рынке

Библиографический список

1 Лapidус А.Л., Бейлина Н.Ю., Худяков Д.С., Козлов А.М. Исследование смолы полукоксования высокосернистых горючих сланцев Волжского бассейна// Химия твёрдого топлива. 2019. №3. С. 26-29.

2 A.L. Lapidus, D.S. Khudyakov, A.M. Kozlov and N.Y. Beilina. Study Of The Semicoking Tar Of High-Sulfur Oil Shale From The Volga Basin// Solid Fuel Chemistry. 2019. №53. P. 152-155.

3 Стрижакова Ю.А., Усова Т.В., Козлов А.М., Лapidус А.Л., Мовсумзаде Э.М.

УДК 546.7: 544.228

СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО $\text{Co}_{0,3}\text{Zn}_{0,7}\text{Fe}_2\text{O}_4$

Грушко О. И.¹, Проскурина О. В.¹

¹СПбГТИ (ТУ), Санкт-Петербург, 190013, Московский пр., 26.

e-mail: e-l-g.ru@mail.ru

SYNTHESIS and CHARACTERIZATION of NANOCRYSTALLINE $\text{Co}_{0,3}\text{Zn}_{0,7}\text{Fe}_2\text{O}_4$

Grushko O. E.¹, Proskurina O. V.¹

¹*Saint Petersburg-State Institute of Technology, Saint Petersburg, Russia*

В настоящее время, ферриты кобальта и цинка находят самое широкое применение в различных областях промышленности. Благодаря разнообразию магнитных, магнитооптических, каталитических и других физических свойств, твердые растворы оксидов цинка, кобальта, железа широко используются в магнитной записи, электронике и медицине, при изготовлении катализаторов, фотонных устройств и оптических датчиков [1-2].

Наиболее распространенным способом получения подобных систем является высокотемпературное спекание гидроксидов, полученных обратным соосаждением их солей указанных металлов [3]. Это требует относительно малого выдерживания реакционной смеси при высоких температурах. При этом данный метод энергозатратен, а частицы получаются слишком крупными. Применение гидротермального метода открывает широкие возможности получения дисперсных фаз с заданными размерными, структурными, другими характеристиками, условиями синтеза [4-5]. Целью работы было изучение влияния методов синтеза на характеристики наночастиц ферритов кобальта и цинка.

При данном исследовании наночастицы состава $\text{Co}_{0,3}\text{Zn}_{0,7}\text{Fe}_2\text{O}_4$ были синтезированы методом обратного соосаждения. Получившийся осадок

промывался до значения pH=7 и сушился при 80°C 6 часов. Термообработка проводилась при 400°C, 600°C, 800°C в течение 4 часов. Гидротермальный синтез проводился при температуре 180°C, но изменялось время изотермической выдержки от 4 до 16 часов с шагом в 6 часов. Структурные свойства определялись с помощью рентгенофазового анализа и изучения ИК-спектров поглощения образцов. Рентгеновская дифракция и ИК-спектроскопия проводились на дифрактометре RigakuSmartLab 3 (Cu α -излучение) и ИК-Фурье спектрофотометре ФСМ-1202, микроскопия — на сканирующем электронном микроскопе TescanVega 3 SBH с приставкой для рентгеноспектрального микроанализа OxfordInstruments.

На рис. 1 представлены рентгеновские дифрактограммы образцов, подвергнутых гидротермальной обработке (а) и термообработке (б).

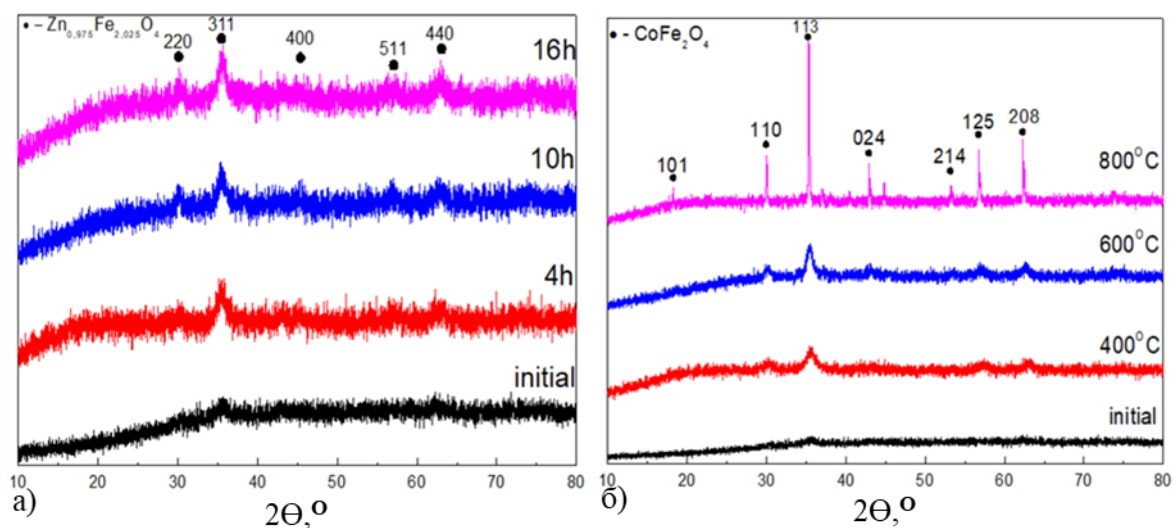


Рис.1 – Рентгеновские дифрактограммы образцов, подвергнутых гидротермальному синтезу (а) и термообработанных (б)

На рисунке 2 представлены ИК-спектры поглощения образцов, подвергнутых термообработке (а) и гидротермальной обработке (б).

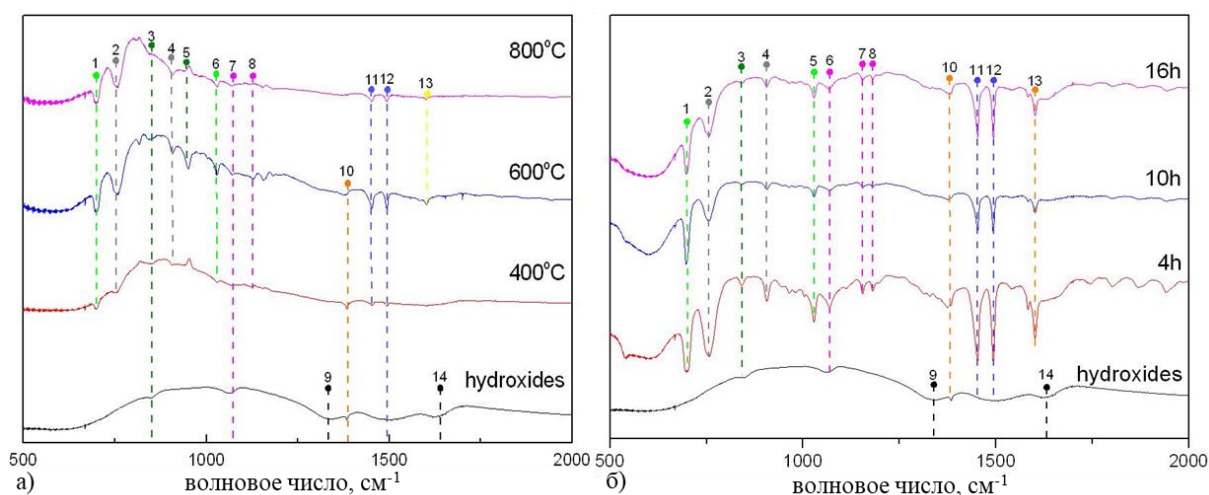


Рис. 2 – ИК-спектр поглощения образцов, подвергнутых термообработке (а) и гидротермальному синтезу (б)

Были рассчитаны параметры элементарной ячейки и размеры кристаллитов по методу Халдер-Вагнера с помощью программного обеспечения SmartLabStudio 2, а также рассчитаны размеры кристаллитов по методу Шеррера. Для исследуемой системы было проверено правило Вегарда. Были проанализированы ИК-спектры образцов, идентифицированы наблюдаемые полосы поглощения. Проведена сканирующая электронная микроскопия: установлена морфология и элементный состав образцов.

Обнаружено, что в результате термообработки соосажденных кристаллитов закристаллизовалась фаза CoFe_2O_4 , размер кристаллитов которой увеличивался с 13 до 70 нм при повышении температуры от 400 до 800°C. В результате гидротермальной обработки гидроксидов закристаллизовалась фаза франклинита ($\text{Zn}_{0,975}\text{Fe}_{2,025}\text{O}_4$) с размерами кристаллитов от 8 до 16 нм при изменении времени изотермической выдержки от 4 до 16 часов. Определение параметров элементарной ячейки подтвердило образование твердого раствора на основе фазы франклинита ($\text{Zn}_{0,975}\text{Fe}_{2,025}\text{O}_4$).

Проведенные исследования позволяют предложить к дальнейшему изучению методику гидротермального синтеза ферритов кобальта и цинка с разным рН раствора, разными растворителями и другими параметрами синтеза. В результате работы получены образцы, чьи размерно-

морфологические характеристики, физико-химические и каталитические свойства будут подвергнуты дальнейшему изучению.

Библиографический список

1. Karthick, R. Study of Faraday effect on $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ / R. Karthick, K. Ramachandran, R. Srinivasan // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. - 2016. - V.7. - P. 624-628.
2. Gómez-Polo, C. Tailoring the structural and magnetic properties of Co-Zn nanosiferrites for hyperthermia applications / C. Gómez-Polo, V. Recart // *Journal of Magnetism and Magnetic materials*. - 2018. - V.425 – P. 211-219.
3. Deligo, H. Synthesis, structural, magnetic and electrical properties of $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0.0, 0.2$) nanoparticles / H. Deligo [et al.] // *Materials Research Bulletin*. – 2013. – V. 48. – P. 646-654.
4. Киселёва, И. С. Методы получения наноразмерных материалов / И.С. Киселева. – Екатеринбург: «Уральский государственный университет им. А.М. Горького» Факультет химический, Кафедра неорганической химии. – 2007. – 79 с.
5. Meskin, P. E. Ultrasonically assisted hydrothermal synthesis of nanocrystalline ZrO_2 , TiO_2 , NiFe_2O_4 and $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ powders / P. E. Meskin [et al.] // *Ultrasonics-Sonochemistry*. – 2006. – V. 13. – P. 47–53.

УДК 547.914.7

СИНТЕЗ ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ БЕТУЛОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Губин А.А., Руденок Ю.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: yulenoх@yandex.ru*

THE SYNTHESIS OF BETULONIC ACID PHOSPHONIUM SALTS

Gubin A.A., Rudenok Yu.S.

*Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
Higher School of Technology and Energy*

Бетулин **1**, двухатомный тритерпеновый спирт лупанового ряда, является одним из самых доступных терпеноидов растительного мира. Его содержание в коре березы семейства *Betula pendula* Roth достигает 35%, что обуславливает широкое применение бетулина для синтеза его многочисленных производных. Известно [1-2], что бетулин и его производные обладают обширным спектром биологической активности. Особенное место в ряду этих соединений занимает бетулоновая кислота **2**, которая является продуктом окисления обеих гидроксильных групп бетулина **1**. Бетулоновая кислота **2** проявляет противовирусную, противоопухолевую, гепатопротекторную, противовоспалительную, антимикробную и

иммунотропную активность [3-4]. Также известно [5-7], что введение атомов фосфора в структуру молекулы придает ей особые свойства, такие как высокая цитотоксичность в отношении раковых клеток различного вида, противоксидантную, противолейкемическую активность, высокую избирательную направленность к митохондриям. В настоящее время фосфониевые соли исследуются как перспективные лекарственные средства для лечения заболеваний, связанных с окислительным стрессом (нейродегенеративные, сердечно-сосудистые, заболевания глаз), а также в качестве геропротекторов. Таким образом, синтез фосфониевых солей бетулоновой кислоты является актуальным.

Нами впервые синтезированы хлориды кетофосфония **4** и **5** реакцией хлорангидрида бетулоновой кислоты **3** с трифенилфосфином и триоктилфосфином (рис. 1).

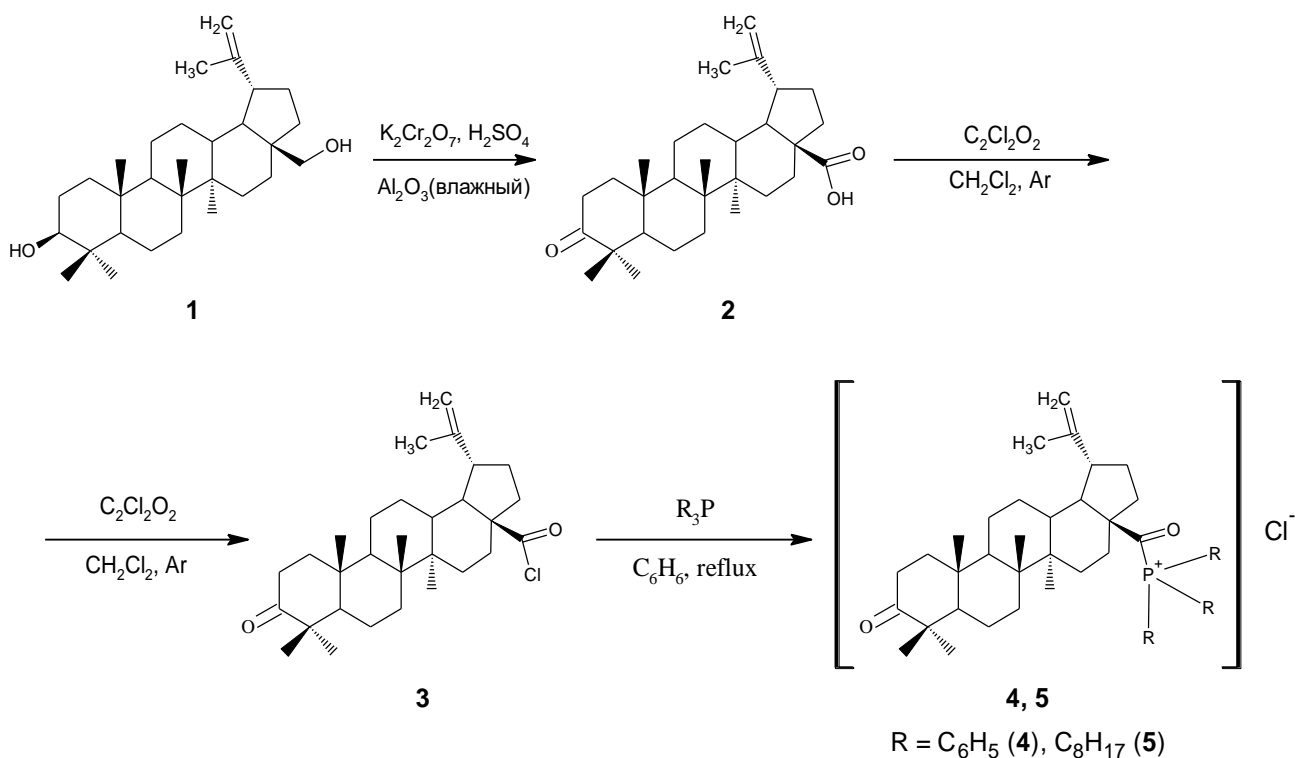


Рис. 1 – Схема синтеза фосфониевых солей бетулоновой кислоты

Строение полученных солей **4**, **5** доказано с помощью ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{31}P спектроскопии.

Научный руководитель – профессор Тришин Ю.Г.

Библиографический список

1. Толстиков, Г.А. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность / Г.А. Толстиков, О.Б. Флехтер, Э.Э. Шульц, Л.А. Балтина, А.Г. Толстиков // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13. – С. 1-30.
2. Толстикова, Т.Г. Терпеноиды ряда лупана — биологическая активность и фармакологические перспективы. Производные ряда лупана / Т.Г. Толстикова, И.В. Сорокина // Биоорганическая химия. —2006. — № 1. — С.42-55.
3. Tolmacheva, I.A. Synthesis and antiviral activity of 2,3-secoderivatives of betulonic acid / I.A. Tolmacheva, V.V. Grishko, E.I. Boreko, O.V. Savinova, N.I. Pavlova // Chem. Nat. Compd. – 2009. – 45. – P. 673–676.
4. Flekhter, O.B. Synthesis of 3-O-Acetylbetulonic and betulonic aldehydes according to Svern and the pharmacological activity of related oximes / O.B. Flekhter, O.Y. Ashavina, E.I. Boreko, L.T. Karachurina, N.I. Pavlova, N.N. Kabal'nova, O.V. Savinova, F.Z. Galin, S.N. Nikolaeva, F.S. Zarudii // Pharm. Chem. J. – 2002. – 36. – P. 303–306.
5. Dubois, R.J. Synthesis and antitumor properties of some isoindolylalkylphosphonium salts / R.J. Dubois, C-C.L. Lin, L. Lin // Journal of Medicinal Chemistry – 1978. – 21. – P. 303-306
6. Manetta, A. Synthesis of lupane triterpenoids with triphenylphosphonium substituents and studies of their antitumor activity / A. Manetta, G. Gamboa, A. Nasserri, Y.D. Podnos, D. Emma, G. Dorion, L. Rawlings, P.M. Carpenter, A. Bustamante, J. Patel, D. Rideout // Gynecologic Oncology – 1996. – 60. – P. 203-212
7. Millard, M. Preclinical evaluation of novel triphenylphosphonium salts with broad-spectrum activity / M. Millard, D. Pathania, Y. Shabaik, L. Taheri, J. Deng, N. Neamati // PLoS ONE – 2010. – 5. e13131

УДК 66-9

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ В ТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

Гушшамова В.Н.¹, Морданов С.В.¹, Хомяков А.П.¹, Мухновский В.А.¹

¹ Уральский Федеральный университет имени первого президента РФ Бориса Ельцина
e-mail: 89126634949@yandex.ru

INVESTIGATION OF HYDRADINAMICS IN THE TUBE SPACE OF A HEAT EXCHANGER

Gushshamova V.N.¹, Mordanov S.V.¹, Khomyakov A.P.¹, Mukhnovskiy V.A.¹

¹ UralFederalUniversity

Теплообменное оборудование широко используется в химической, пищевой и других отраслях промышленности. Изучение влияния геометрических характеристик на гидродинамику в трубном и межтрубном пространствах теплообменного аппарата является актуальной задачей [1, 2, 3, 4]. В работах [5, 6] приводятся результаты численного моделирования

гидродинамики в трубном пространстве на основе метода распределенных параметров.

Приведены исследования гидродинамики в нижней растворной камере и трубках кожухотрубного теплообменного аппарата с термосифонным распределителем (рис. 1) и без него. Исследования проводились методом математического моделирования в программном комплексе ANSYSFluent. Численные расчеты приведены для разных скоростей потока теплоносителя (0,25 м/с; 0,5 м/с; 0,75 м/с; 1,0 м/с; 1,25 м/с) во входном патрубке нижней растворной камеры. Для моделирования гидродинамики в трубном пространстве использовались уравнения Навье-Стокса в стационарной постановке [7], стандартная k-ε модель турбулентности Лаундера и Сполдинга для установившихся изотермических условий [8]. Для оценки значения коэффициента теплоотдачи использовалась известная полуэмпирическая методика [9].

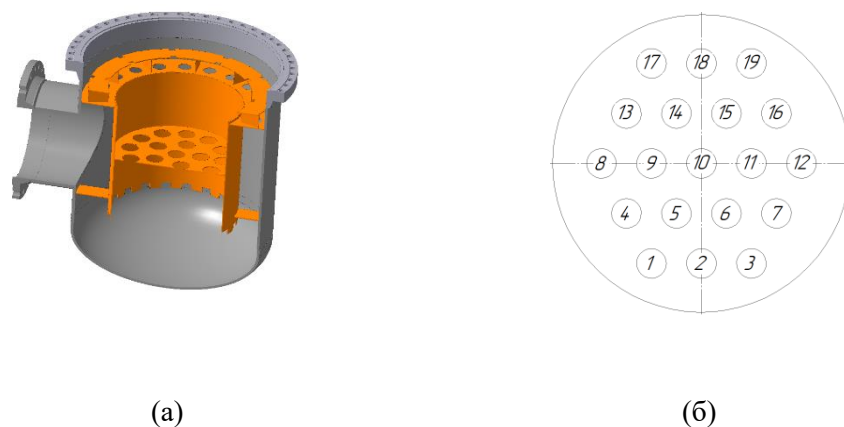
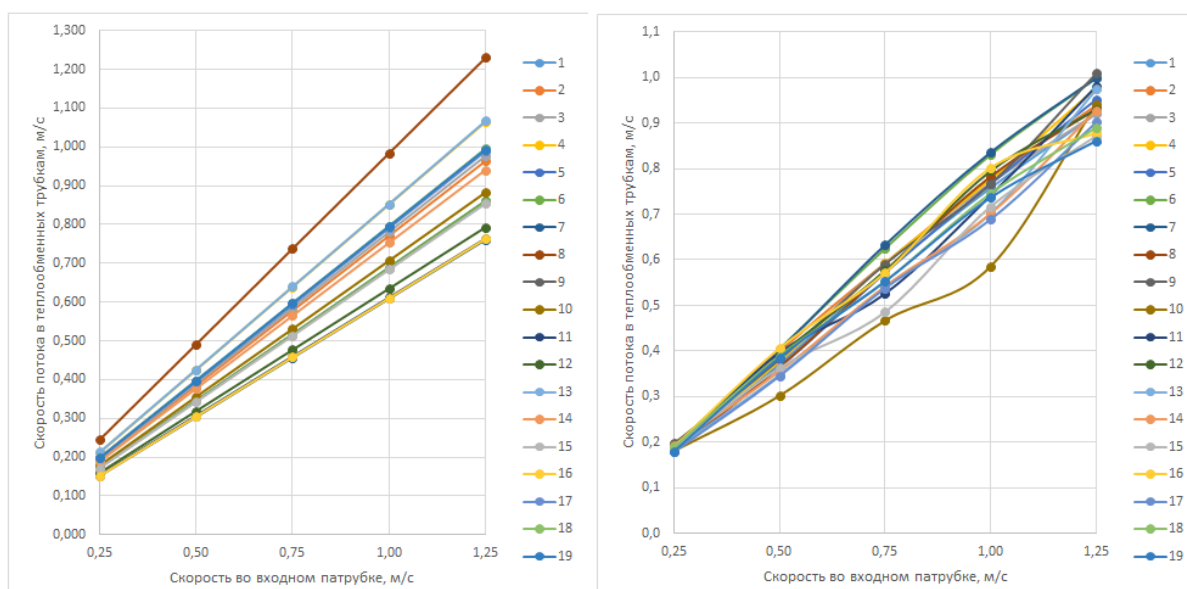


Рис.1 – (а) Модель термосифонного распределителя в греющей камере теплообменника; (б) – расположение и порядковые номера теплообменных труб

Характер распределения скорости (рис. 2) показывает, что с ростом скорости во входном патрубке с 0,25 м/с до 1,25 м/с неравномерность распределения скоростей в теплообменных трубках возрастает. Установка термосифонного распределителя при всех рассмотренных скоростях во

входном патрубке обеспечивает более равномерное распределение потоков в теплообменных трубках.

Анализ распределений гидравлических сопротивлений (рис. 3) показывает, что гидравлическое сопротивление в трубном пространстве аппарата с использованием термосифонного распределителя возрастает на 58% в сравнении со случаем без использования распределительного устройства. При этом, несмотря на повышенное гидравлическое сопротивление, расход теплоносителя и потери напора во всех теплообменных трубках распределены более равномерно, что положительно влияет на работу теплообменного аппарата.



(а) без распределительного устройства (б) с термосифонным распределителем

Рис. 2 – Распределение скоростей потока теплоносителя в теплообменных трубках (м/с)

Для всех рассмотренных режимов работы теплообменника произведена оценка коэффициента теплоотдачи от стенки теплообменной трубки к теплоносителю. Значения коэффициентов теплоотдачи по трубкам без использования распределительного устройства отличаются друг от друга на 39,3%-39,7%. С использованием термосифонного распределителя значения коэффициентов теплоотдачи отличаются друг от друга на 7,7%-12,6% в трубном пространстве.

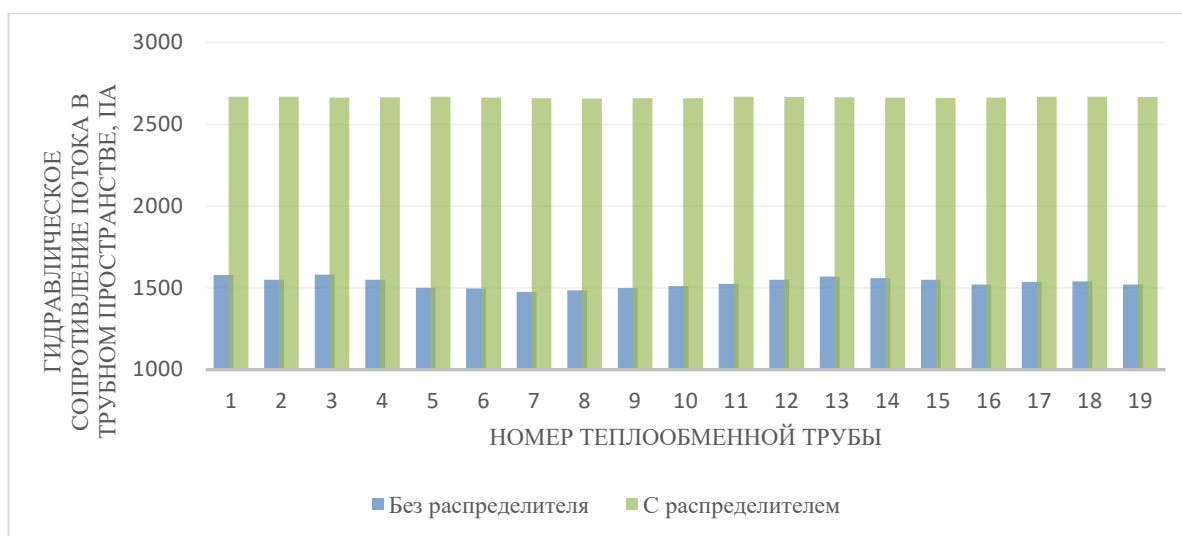


Рис. 3 – Распределение гидравлического сопротивления (Па) по трубному пространству, с использованием термосифонного распределителя и без его использования

Результаты исследований показывают, что применение распределительного устройства позволяет снизить неравномерность распределений скорости на 35%, гидравлическое сопротивление в трубках на 59%, а также повысить коэффициент теплоотдачи на 37%.

Библиографический список

1. Distribution of brine temperature in a large-scale horizontal-tube falling film evaporator/ L. Gong, S. Zhou, Y. Guo, S. Shen // Applied Thermal Engineering. 2019. Vol. 164.
2. Numerical Simulation Research of Horizontal Single-Tube Falling Film Evaporation/ X. Wanga, T. Huaib, Y. Lic// Procedia Engineering. Vol. 205. 2017. P. 1500-1506.
3. Effect of the Dryout in Tube Bundles on the Heat Transfer Performance of Falling Film Evaporators/ L. Yanga, X. Songa, Y. Xiee// Procedia Engineering. Vol. 205. 2017. P. 2176-2183.
4. Analysis of influence of IEC heat exchanger based on CFD method/ Y. Youa, H. Jianga, J. Lva// Energy Procedia. Vol. 158. 2019. P. 5759-5764
5. Chen J. H. Two-stream counter-flow heat exchanger equation with time-varying velocities / J. H. Chen // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 2014. Vol. 410, P. 492-498.
6. Aulisa E. Velocity Control of a Counter-Flow Heat Exchanger / E. Aulisa, J. A. Burns, D. S. Gilliam // IFAC-PapersOnLine. 2016. Vol. 49, P. 104-109.
7. Авраменко М.И. О к-ε -модели турбулентности. 2-е изд. перераб. и дополн. - Снежинск: Изд-во РФЯЦ — ВНИИТФ, 2010. – 102 с.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики. Том 6. Механика жидкости 2-е изд. - PergamonPress, 1987. - XIV, 539 с.
9. Павлов К.Ф, Романков П.Г, Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии — 10-е изд., перераб. и доп. — Ленинград.: Химия, 1987 — 576 с.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ НА СТЕПЕНЬ ЗАГРУЗКИ ФУЛЛЕРЕНОЛА В ЛИПОСОМАЛЬНЫХ РАСТВОРАХ

Данилкина Е.А., Павлова Е.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, д. 14, Российская Федерация*

E-mail: katyadanilkina2010@gmail.com

INFLUENCE OF THE ENCAPSULATION METHOD ON THE DEGREE OF FULLERENOL LOAD IN LIPOSOMAL SOLUTIONS

Danilkina E.A., Pavlova E.Y.

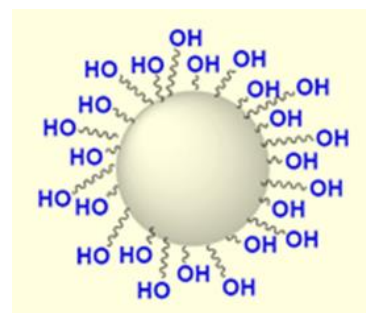
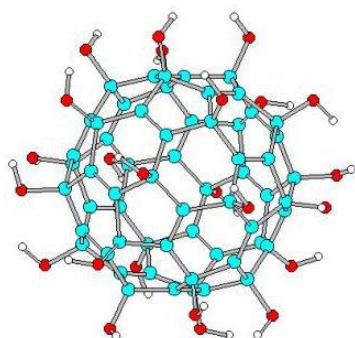
Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Липосомы — небольшие искусственные везикулы сферической формы. Они могут быть образованы из холестерина или природных нетоксичных фосфолипидов — амфифильных сложных липидов, в которых содержатся жирные кислоты, фосфорная кислота и дополнительная группа атомов, во многих случаях содержащая азот. Благодаря своим размерам, гидрофильному строению, а также биосовместимости, липосомы являются перспективными системами доставки фармакологически активных соединений к клеткам-мишеням в организме. В ядро липосомы можно включать различные радиоактивные, рентгеноконтрастные, парамагнитные вещества, а также вещества, отражающие ультразвук, улучшающие качество изображений в таких распространенных методах диагностики, как компьютерная томография, рентгенография и ультразвуковое зондирование. В настоящее время липосомы активно используются в изучении свойств биологических мембран, для транспорта веществ, в качестве реакционных систем в биохимии, фармации, иммунологии и биотехнологии [1]. К фуллеренолам относятся гидроксильные производные самого легкодоступного из всех фуллеренов (C₆₀)—C₆₀(OH) [2].

Фуллеренол обладает высокой антиоксидантной активностью, превышает действие других известных антиоксидантов, таких как витамины Е и С, каротиноиды, флавоноиды и др. в 100-1000 раз. Фуллеренол C₆₀

применяется как противовирусные препараты с отсутствием цитотоксичности, антиоксиданты, ранозаживляющие и ожогозаживляющие препараты, в косметологии, в растениеводстве и животноводстве в качестве стимуляторы роста растений, антивирусных и противогрибковых препаратов [2].

Молекулы фуллеренола



Целью данной работы является изучение влияния способа введения фуллеренола в дисперсионную среду на размер липосом.

Объектами исследования служили: спиртовые растворы фосфолипида - фосфатидилхолина, и водный раствор фуллеренола. Готовились два насыщенных раствора фосфатидилхолина в изопропиловом спирте, затем в одну из колб объемом 100 мл добавлялось 5 мг фуллеренола, после чего растворы выпаривались на плитке под вытяжным шкафом. Оставшийся осадок разбавлялся 25 мл дистиллированной воды и подвергали ультразвуковым диспергированием. В первую пробу фуллеренол вводился в спиртовой раствор до испарения спирта, а во вторую пробу вводился после испарения спирта и добавления воды. Затем пробы диспергировались на ультразвуковой установке в течение 5 минут. Далее определялся размер образовавшихся липосом. Для этого измерялась оптическая плотность на ФЭК-3 при разных длинах волн, затем рассчитывался размер частиц,

используя уравнение Рэлея для рассеяния света при прохождении через дисперсионные среды и кривую Геллера.

Результаты расчетов размера липосом:

- Радиус липосом без фуллеренола составляет ≈ 40 нм;
- Радиус липосом с фуллеренолом введенный в спиртовой раствор фосфатидилхолина до выпаривания составил ≈ 80 нм;
- Радиус липосом с фуллеренолом введенный в водный раствор после выпаривания фосфатидилхолина превышает 160 нм.

Проведенные исследования показали, что при введении фуллеренола размер липосом увеличивается и зависит от способа введения, что согласуется с работой [3].

Библиографический список

1. Синтез и иммобилизация липосом на основе фосфатидилхолина и пальмитиновой кислоты на поверхности электрода пьезокварцевого сенсора/ М.А. Федерякина, Т.Н. Ермолаева// Журнал «Сорбционные и хроматографические процессы» 2014. Т. 14 № 6 С. 960-969
2. Дмитриева И. Б. ,Назипова А. Р. , Эрдни-Гаряев С. Э. ,Чухно А. С. , Герасимов В. И. ,Мезютин М. Ю. , Климкина Е. А. , Высоцкая А. А. Взаимодействие фуллеренола с биологически активными веществами в водных растворах. // Бутлеровские сообщения.2015. Т.43. №8. С.52-59.
3. А. Г. Кацай, е. А. Рубан, Ю. М. Краснопольский. Влияние состава липосом на степень инкапсуляции и размер частиц при создании ипосомальной формы цитохрома с. Scientificjournal «sciencerise: pharmaceuticalscience» №4 (8)2017 32-36.

**РАЗРАБОТКА ПОЛИМОЧЕВИННЫХ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАФИНОВО-НАФТЕНОВОГО МАСЛА
VHVI-4 В КАЧЕСТВЕ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ**

Дауди Д.И.

*Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина
e-mail: daud.99@mail.ru*

**DEVELOPMENT OF POLYUREA GREASES WITH THE USE OF
PARAFFIN-NAPHTHENIC OIL VHVI-4 AS A DISPERSION AGENT.**

Daudi D.I.

Gubkin Russian State University of oil and gas

Надежность и долговечность работы механизмов и машин во многом зависят от качества смазочных материалов. Совершенствование техники, а также ужесточение условий их эксплуатаций приводит к повышению требований качества смазочных материалов. Производители стараются улучшить эксплуатационные свойства для увеличения срока службы оборудования и его энергоэффективности, а также оптимизировать соотношение цены и качества смазочных материалов. Вместе с тем, ужесточаются требования по экологии и безопасности. Это все влечет за собой использование современных компонентов пластичных смазок. Проанализировав рынок литья можно увидеть тенденцию к его дальнейшему удорожанию, а это, в свою очередь, повлияет на неэффективность его использования как компонента загустителя для пластичных смазок. Наряду с этим фактом можно утверждать, что перспективными компонентами для смазок будут являться загустители на основе полимочевины, так как они обладают не только лучшими высокотемпературными свойствами и большей долговечностью, чем мыльные аналоги, но и более привлекательной ценой.

(табл. 1)

Таблица 1.

Сравнение свойств пластичных смазок с различными загустителями

Показатель/ загуститель	Высокотемпературные свойства	Низкотемпературные свойства	Старение	Совместимость металлами	Коллоидная стабильность	Токсичность	Адгезия	Текучесть	Предельная нагрузочная способность	Сопротивление сдвигу	Антифрикционные свойства	Противоизносные свойства	Общая характеристика
Литий	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	1,5	2,0	2,0	2,5	1,9
Полимоочевина	1,0	1,5	1,5	2,5	2,0	1,5	2,5	2,0	3,0	3,0	1,0	2,0	2,0
Где 1,0 - отлично; 2,0 - средне; 3,0 - слабо.													

Принимая во внимание стагнацию на рынке базовых масел 1 группы, можно предположить, что перспективными для использования в качестве дисперсионной среды будут являться масла третьей группы.

Целью данной работы было улучшение низкотемпературных свойств полимоочевинных пластичных смазок и расширение рабочих температур их использования. Опубликованные работы посвящены в основном исследованиям полимоочевинных смазок с использованием масел только первой группы. В настоящей работе в качестве дисперсионной среды использовались нефтяные масла I и III группы. В качестве наполнителя был использован дисульфид молибдена в качестве загустителя была использована димочевина. (табл. 2)

Таблица 2

Сравнение свойств полимоочевинных смазок на различных дисперсионных средах

Смазка	Пенетрация при 25°C, мм ⁻¹	Вязкость эффективная при минус 50°C, Па·с	КС, % мас.	Трибологические свойства (на ЧШМ)			Температура каплепадения, °C
				Рк, Н	Рс, Н	Из, Н	
Shell Cadus S3 T220 2 (I группа)	280	2308	4,1	784	2250	323	160

Процесс приготовления образцов осуществлялся в условиях непрерывного нагрева и перемешивания при атмосферном давлении. Состав образца и температура термомеханического диспергирования были

индивидуальными для каждого опыта. Выявлена зависимость пенетрации, коллоидной стабильности и температуры каплепадения полученных полимочевинных смазок от состава образцов, и условий их приготовления.

Данные образцы были сварены на лабораторной установке, состоящей из электронагревателя, фарфоровой емкости, термометра и перемешивающего устройства.

У полученных образцов смазки были проанализированы: температура каплепадения (ГОСТ 32394-2013), пенетрация (ГОСТ 32331-2013), коллоидная стабильность (ГОСТ 7142-74), эффективная вязкость при -50°C (ГОСТ 26581-85) и трибологические характеристики (ГОСТ 9490-75). На основе анализа полученных данных нами был сделан вывод, что пластичные смазки, сваренные на базовых маслах III группы, обладают лучшими свойствами чем аналоги, сваренные на маслах I группы.

Библиографический список

1.Фролов М.М., Дрангай Л. Улучшение триботехнических свойств полимочевинных смазок на разных дисперсионных средах с применением различных наполнителей/ Химия и технология топлив и масел. – 2019. – № 6 (616)– С. 28-31

2.Любинин И.А. Состояние и перспективы производства пластичных смазок в России и за рубежом / И.А. Любинин // Наука и технология в промышленности. – 2011. – № 3. – С. 98-100

3.Тонконогов Б.П., Стенина Н.Д. Влияние природы загустителя на свойства полимочевинных смазочных композиций на основе сложных эфиров/ Химия и технология топлив и масел. – 2019. – № 6 (616)– С. 23-27

4.Данилов А.М. Пластичные смазки на полимочевинах / А.М. Данилов // Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность. – 1995. – № 6. – 65 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ТАЛЛОВОГО МАСЛА

Жевненко М.Ю., Демьянцева Е.Ю., Деркачева О.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: macha.zhevnenko@mail.ru*

OBTAINING POLYMER PRODUCTS BASED ON TALL OIL

Zhevnenko M.Yu., Demyantseva E.Yu., Derkacheva O.Yu.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

Талловое масло (ТМ) является побочным продуктом сульфатно-целлюлозного производства и имеет огромные перспективы использования и реализации лесохимическими и целлюлозно-бумажными предприятиями [1].

Олигомеризация (димеризация) – один из наиболее часто применяемых методов модифицирования талловых продуктов. Основными продуктами этого процесса являются димеры жирных кислот [1].

Данный метод переработки таллового масла в настоящее время имеет много недостатков. К ним относят высокую температуру ($195 \pm 5^\circ\text{C}$) процесса, импортный (для России) катализатор, способность таллового масла к самовоспламенению при высоких температурах, длительность процесса (более 30 часов). Вследствие этого метод экономически невыгоден и требует инновационных решений в используемой ныне технологии, что значительно расширит области использования таллового масла и его продуктов [1-3].

В работе [1] был получен димерный продукт линолевой кислоты, основного компонента таллового масла, исследование проводили при температуре - $120-140^\circ\text{C}$, продолжительности процесса от 3 до 7 часов и непрерывном барботировании образца азотом [1].

Целью представленной исследовательской работы было проведение процесса полимеризации таллового масла в более мягких технологических условиях.

В процессе работы была проведена модификация таллового масла лиственных и хвойных пород древесины при температуре $100\pm 5^\circ\text{C}$ в течение 2 часов с добавлением в реакционную смесь глицерина, способствующего понижению температуры процесса с $120-140^\circ\text{C}$ до $100\pm 5^\circ\text{C}$ и снижающего вероятность воспламенения реакционной смеси, и хлорида цинка в роли катализатора, который снижает длительность процесса димеризации до 2 часов.

Продукты полимеризации таллового масла, были проанализированы методами вискозиметрии и ИК-спектроскопии, исходя из анализа данных было установлено, что они действительно являются димерами, которые имеют обширную область применения, позволяющую повысить экономический потенциал таллового масла, как промышленного сырья.

Библиографический список

1. Х.Ф.Чинь, Г.И.Царев, В.И. Роцин Модификация таллового масла лиственных пород // Лесной журнал. 2014. №2. С.123-129.
2. Aro, T., Fatehi, P. Tall oil production from black liquor: Challenges and opportunities// Separation and Purification Technology. 2016. 175. P. 469–480.
3. Goswinus de Kruijff, Thorsten Goschler, Lukasz Derwich, Nicole Beiser, Oliver Türk, and Siegfried R Waldvogel. A Bio-based Epoxy Resin by Electrochemical Modification of Tall Oil Fatty Acids // ACS Sustainable Chem. Eng., Just Accepted Manuscript • DOI: 10.1021/acssuschemeng.9b01714 • Publication Date (Web): 23 May 2019.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КСАНТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ

Едзиева Д.Р., Потешкина К.А., Давлетшина Л.Ф.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: dianaedzieva@mail.ru

RESEARCH RHEOLOGY CHARACTERISTICS OF XANTHAN DEPENDING OF MOLECULAR WEIGHT

Edzieva D.R., Poteshkina K.A., Davletshina L.F.
National State University of oil and gas «Gubkin University»

Биополимеры – класс полимеров, встречающихся в природе в естественном виде, входящие в состав живых организмов, а именно, полисахариды микробного происхождения. Главным свойством данных полимерных систем является их способность при небольших концентрациях создавать дисперсии, обладающие псевдопластичностью и аномальной вязкостью [1-3].

Объект исследования – микробный экзополисахарид ксантан, получаемый в качестве продукта жизнедеятельности бактерий *Xanthomonas campestris* в ходе ферментативного процесса. Молекула состоит из повторяющихся фрагментов, содержащих 5 сахаристых остатков: 2 глюкозных, 2 монозных и один глюкуроновой кислоты, частично этерифицированных уксусной и пировиноградной кислотами (рис. 1).

Целью работы является исследование влияния молекулярной массы на реологические свойства водных растворов ксантанов. Исследовались три марки ксантана – Гаммаксан, Хан-Плекс и XantanumGum.

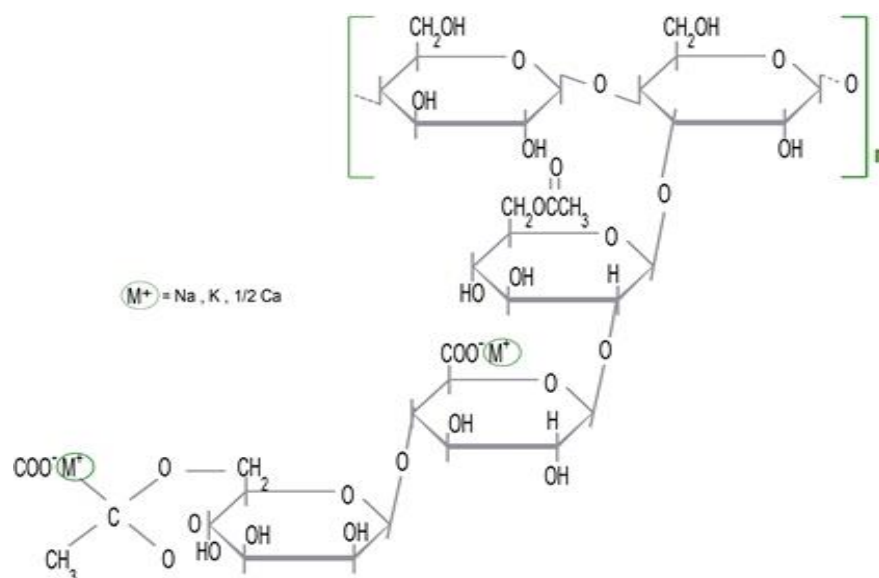


Рис.1 – Структурная формула ксантана

Реологические исследования проводились на вискозиметре Brookfield DV2T в НОЦ «Промысловая химия» для водных растворов ксантанов с различной концентрацией. Представлены данные зависимости эффективной вязкости от скорости сдвига для концентрации 0,05%_{масс}(рис.2).

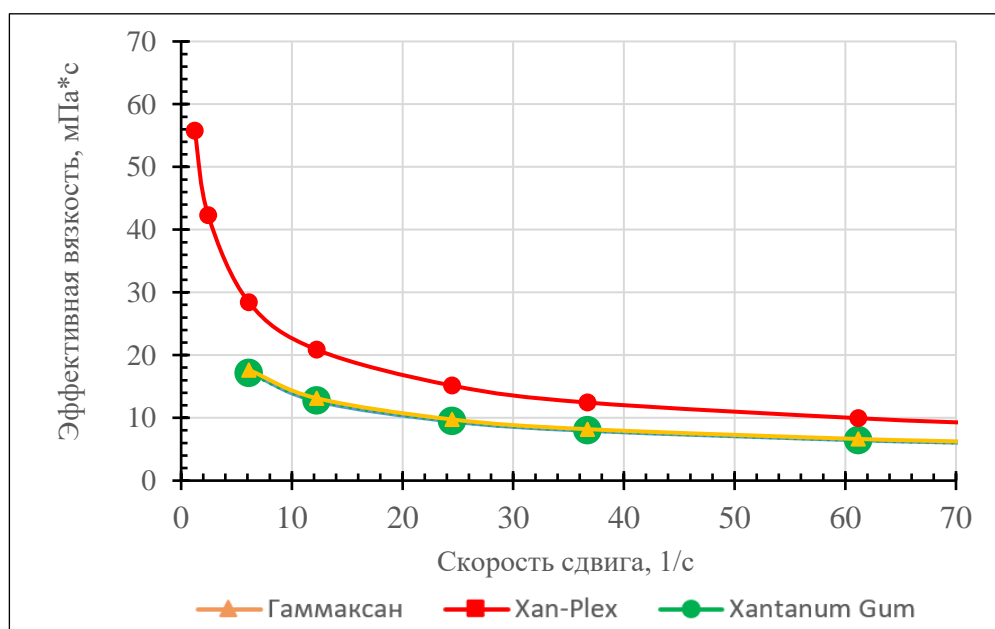


Рис. 2 – Зависимость изменения эффективной вязкости от скорости водных растворов ксантанов(концентрация 0,05%_{масс}, температура 20°C)

Молекулярная масса ксантанов была измерена в лаборатории ООО «Аврора» на лазерном анализаторе Litesizer 500. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Молекулярные массы ксантанов разных марок

Марка	Молекулярная масса, млн Да
Гаммаксан	9,82
Xan-Plex	22,70
Xantanum Gum	3,92

Согласно исследованиям (рис.2) эффективная вязкость образца Xan-Plex выше, чем полимеров марки Гаммаксан и Xantanum Gum. Полученные результаты реологических исследований образцов ксантанов согласуются с результатами определения молекулярной массы.

Библиографический список

1. Кирсанов Е.А. Неньютоновское течение дисперсных полимерных и жидкокристаллических систем // Е. А. Кирсанов, В.Н. Матвеевко – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 384 с..
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М.: Химия 1988. – 464 с.
3. Ермаков Д.М. Использование биополимеров ксантановой камеди в нефтедобыче / М.Д. Ермаков // Нефть. Газ. Новации. – 2013. - №7. - С. 66-68.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПЛАСТИКОВ**

Ершова А.С.¹, Савиновских А.В.¹, Артёмов А.В.¹

¹Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)
e-mail: anuta-1997-29@mail.ru

**RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF USING SOSNOVSKY COW
PARSNIP AS A RAW MATERIAL FOR OBTAINING PLANT PLASTICS**

Ershova A.S.¹, Savinovskih A.V.¹, Artyomov A.V.¹

¹Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg)

Борщевик Сосновский (лат. *Heracleumsosnowskyi*) – многолетнее растение, распространение которого на территории России на сегодня представляет угрозу для сложившихся экосистем [1].

Известно получение лигноуглеводных материалов на основе древесных и растительных остатков – древесный (ДП-БС) и растительный пластик (РП-БС) без связующего [2]. Получение данных материалов обуславливается наличием лигнина в исходном пресс-сырье.

Выполненными ранними исследованиями [3] было установлено, что содержание лигнина в биомассе борщевика Сосновского составляет порядка 26%. Относительно высоко содержание лигнина (в аналогичных растительных остатках в виде шелухи пшеницы и овса данный показатель варьируется в интервале от 21 до 23 %) дает основание для предположения возможного использования биомассы борщевика Сосновского в качестве исходного пресс-сырья для получения РП-БС.

Целью данной работы являлось – исследование возможности использования биомассы борщевика Сосновского для получения РП-БС с удовлетворительными физико-механическими свойствами.

Для исследования свойств пластика, полученного на основе борщевика для оценки влияния одновременно изменяемых технологических факторов при получении данного пластика, в работе был проведен двухфакторный эксперимент [4].

Постоянными факторами являлись: давление прессования (40МПа); продолжительность прессования (10 мин); время охлаждения под давлением (10 мин); масса исходного пресс-сырья(18г).

Области изменения факторов были приняты следующие: температурапрессования – 16-180°C (Z_1), влажность пресс-сырья – 8...16 % (Z_2).

За выходные параметры были взяты следующие свойства РП-БС: $Y(P)$ - плотность, г/см³; $Y(\Pi)$ - прочность при изгибе, МПа; $Y(T)$ - твердость, МПа; $Y(B)$ - водопоглощение, %; $Y(L)$ - разбухание по толщине, %; $Y(A)$ – ударная вязкость, кДж/м².

У полученных образцов были определены физико-механических свойств по утвержденным методикам (табл.1).

Таблица 1

Значения физико-механических показателей РП-БС на основе биомассы борщевика Сосновского

№ п/п	$Y(P)$, г/см ³	$Y(T)$, МПа	$Y(\Pi)$, МПа	$Y(B)$,%	$Y(L)$,%	$Y(A)$, кДж/м ²
1	1052	79,8	8,3	68,9	2,7	3,9
2	977,1	85,1	7,6	100,3	4,2	3,7
3	1073	87,7	10,4	88,9	5,6	4,1
4	1138	101,4	11,7	110,9	8,9	4,7
5	1069	96,4	9,8	59,0	3,1	4,5
6	1028	94,2	8,6	105,6	5,5	3,9
7	1094	112	8,9	112,9	6,2	5,0
8	1008	49,6	8,5	72,8	2,9	4,7
9	1030	80,3	8,3	108,7	6,9	3,8

Для получения экспериментально-статистических моделей свойств пластика на основе борщевика, средствами программы MicrosoftExcel был проведен регрессионный анализ полученных результатов эксперимента с вероятностной оценкой адекватности полученных моделей экспериментальным данным [4].

В результате регрессионного анализа были получены следующие адекватные уравнения регрессии коэффициентов их корреляции:

$$Y(P) = 2794,686 - 9,64538 \cdot Z_1 - 157,214 \cdot Z_2 + 0,874375 \cdot Z_1 \cdot Z_2, 1 - \alpha = 0,989$$

$$Y(T) = 267,9016 - 0,82439 \cdot Z_1 - 12,2793 \cdot Z_2 + 0,052438 \cdot Z_1 \cdot Z_2, 1-\alpha=0,919$$

$$Y(B) = 255,7642 - 0,78269 \cdot Z_1 + 7,374859 \cdot Z_2 + 0,05844 \cdot Z_1 \cdot Z_2, 1-\alpha=0,98$$

$$Y(L) = 48,88704 - 0,23319 \cdot Z_1 - 2,21563 \cdot Z_2 + 0,011 \cdot Z_1 \cdot Z_2, 1-\alpha=0,971$$

Полученные значения с высокой степенью достоверности для заданных параметров оптимизации, позволили использовать уравнения для описания изучаемых процессов влияния переменных факторов на параметры оптимизации.

Оптимальная рецептура подбиралась из условий максимальной твердости ($Y(T) \rightarrow \max$) и минимального водопоглощения ($Y(B) \rightarrow \min$) пластиков. Были найдены следующие оптимальные решения по рецептуре пластика на основе биомассы борщевика Сосновского.

При целевой функции $Y(T) \rightarrow \max$: $Y(T) = 267,9016 - 0,82439 \cdot Z_1 - 12,2793 \cdot Z_2 + 0,052438 \cdot Z_1 \cdot Z_2, 1-\alpha=0,919$.

При целевой функции $Y(B) \rightarrow \min$: $Y(B) = 255,7642 - 0,78269 \cdot Z_1 + 7,374859 \cdot Z_2 + 0,05844 \cdot Z_1 \cdot Z_2, 1-\alpha=0,98$.

В результате были определены следующие оптимальные условия для получения РП-БС на основе биомассы борщевика Сосновского: при $Y(T) \rightarrow \max$: $Z_1 = 155,7^\circ\text{C}$, $Z_2 = 5,4\%$; при $Y(B) \rightarrow \min$: $Z_1 = 184,0^\circ\text{C}$, $Z_2 = 18,6\%$.

Результаты испытаний физико-механических показателей по оптимальной рецептуре РП-на основе биомассы борщевика приведены в табл.2.

Таблица 2

Расчетные и экспериментальные значения физико-механических свойств РП-БС при рациональных условиях

Физико-механические свойства	При целевой функции $Y(T) \rightarrow \max$		При целевой функции $Y(B) \rightarrow \min$	
	Расчетные значения	Экспериментальные значения	Расчетные значения	Экспериментальные значения
Прочность при изгибе, МПа	11,3	9,4	9,3	4,5
Твердость, МПа	117,3	56,2	67,3	21,5
Водопоглощение, %	124,6	110,6	48,4	78,3
Плотность, г/см ³	1179,1	1015,5	1090,2	929,3

По результатам данного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Возможно получение РП-БС на основе биомассы борщевика Сосновского (*Heracleumsosnowskyi*) с удовлетворительными физико-механическими свойствами.

2. Физико-механические свойства РП-БС, полученного из пресс-сырья на основе биомассы борщевика Сосновского, не уступают, а по некоторым показателям даже и превосходят, свойства ДП-БС и РП-БС, полученные из традиционного пресс-сырья.

3. Приведенные результаты показывают хорошую сходимость рассчитанных и экспериментальных данных.

Библиографический список

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009.494 с.

2. Савиновских, А.В. Закономерности образования древесных пластиков без добавления связующих с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии / А.В. Савиновских, А.В. Артёмов, В.Г. Бурындин // Вестник Казанского технологического университета. -2012. -Т. 15.-№ 3. С. 37-40.

3. Лигноуглеводное сырье для получения биоразлагаемых материалов / Бурындин В.Г., Савиновских А.В., Артёмов А.В. //Материалы XII Международной научно-технической конференции «Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики» - Екатеринбург, 2019. С. 470-473.

4. Прикладные научные исследования: учебник / В.В. Глухих. — Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. ун-т, 2016 — 240 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЧАТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ МАССООБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ

Ефимова В.В., Кузнецова Н.А.
МИРЭА- Российский Технологический Университет
e-mail: Wikaorl@mail.ru

USE OF GRID POLYMERIC MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF CONTACT MASS EXCHANGE DEVICES

Efimova V.V., Kuznetsova N.A.
MIREA–RussianTechnologicalUniversity

Контактные массообменные устройства (насадки) используются в различных технологических процессах химической, нефтехимической, криогенной, пищевой и других отраслях промышленности. [1]

Полимерные материалы широко распространены, экономичны, достаточно устойчивы к агрессивным средам, обладают большой пропускной способностью и низким гидравлическим сопротивлением. Для изготовления контактных регулярных устройств ведутся разработки по использованию сетчатых полимерных материалов, которые позволяют развить поверхность контакта взаимодействующих фаз, а также увеличить время пребывания указанных фаз в рабочей зоне аппарата [2,3].

Основываясь на опыте применения сетчатых материалов для изготовления насадок была разработана конструкция регулярной насадки. Блок насадки состоит из жесткого каркаса в форме цилиндра и прикрепленной под определенным углом сетки.

Для конструирования устройства были приняты следующие

Таблица 1

Геометрические характеристики блока сетчатой регулярной насадки

Характеристика	Обозначение	Размерность	Значение
Высота корпуса	H	мм	150
Длина полосы материала	L	мм	130
Шаг между сеткой	t	мм	15
Угол наклона сетки	α	°	75

Основные требования, предъявляемые к материалу для изготовления корпуса: прозрачность, пластичность для обеспечения формования, жесткость для обеспечения устойчивости конструкции, прочность. Для изготовления корпуса сетчатой регулярной насадки были рассмотрены такие материалы как: поликарбонат сотовый 3,5 мм, оргстекло 4 мм, поливинилхлорид (ПВХ) 2 мм, полиэтилентерефталат (ПЭТ) 2 мм. В процессе эксперимента было выявлено:

- сотовый поликарбонат не подвергается формовке из-за наличия ребер жесткости, а также имеет существенный недостаток - конденсацию жидкости в сотах материала;

- оргстекло при формовании образует микротрещины;

- ПВХ легко деформируется при температуре выше 66 °С;

- ПЭТ хорошо формуется, термостоек в диапазоне температур от -40 °С до + 200 °С, не растворяется в воде и обладает большой химической устойчивостью по отношению к кислотам, солям, щелочам, спиртам, бензину, парафинам, жирам, минеральным маслам и эфирам, а также высокой устойчивостью к воздействию водяного пара и низкой гигроскопичностью. Поэтому ПЭТ был использован для изготовления корпуса регулярной насадки.

Основные требования, предъявляемые к сетке, как к поверхности для тепло- и массообмена: сопротивляемость к разрывам и растяжениям при нагревании, высокая пропускная способность, низкое гидравлическое сопротивление, хорошая смачиваемость, отсутствие гигроскопичности. При выборе сетки рассматривали следующие материалы: стеклоткань, сочетание стекловолокна и ПВХ (стеклопластик), лавсан (полиэфир, полиэстер). В процессе эксперимента было выявлено:

- стеклоткань является очень хрупким материалом и ломается при загибе;

- стеклопластик обладает способностью водонасыщения;

- лавсан отвечает всем основным требованиям и может быть использован для конструирования сетчатой регулярной насадки.

На рис. 1 представлен образец используемой сетки. На рис. 2 представлена схема одного блока насадки, геометрические характеристики приведены в табл. 1. Шаг полотен сетки и угол их наклона обусловлены необходимостью обеспечения задержки жидкости в порах сетки и предотвращения зон проскока газа.



Рис. 1 – Материал сетки для изготовления регулярной насадки

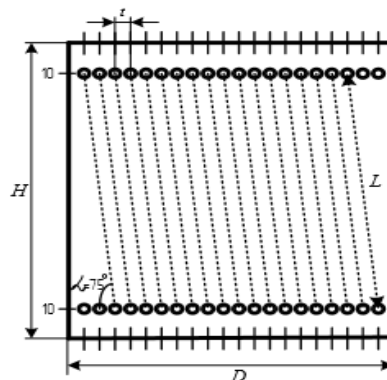


Рис. 2 – Схема блока регулярной насадки, вид сбоку

На рис. 3 представлен блок изготовленной насадки. Часть параметров насадки, такие как диаметр и высота блока, продиктованы размерами экспериментального стенда по дальнейшему изучению гидродинамических режимов новой насадки, а также ее тепло- массообменных характеристик. На данный момент изготовлено 4 идентичных блока, которые будут устанавливаться в колонну экспериментальной установки разнонаправленно относительно сетчатых полотен.



Рис. 3–Блок сетчатой регулярной насадки; вид сбоку, вид сверху

Библиографический список

1. А.М. Каган, А.Г. Лаптев, А.С. Пушнов, М.И. Фарахов «Контактные насадки промышленных теплообменных аппаратов». Монография. Под ред. Лаптева А.Г.- Казань: Отечество, 2013, - 454 с.

2. Масагутов Д.В., Пушнов А.С., Тарасова Л.А. Модель гидродинамики регулярных насадок из полимерного сетчатого полотна. – Энергосбережение и водоподготовка, №1 (81), 2013. – с. 34-38.

3. Трифонов В.В., Сидельников И.И. Результаты испытаний характеристик массопередачи сетчатого комбинированного контактного устройства. – Известия Московского государственного технического университета МАМИ, №3 (21), 2014. – с. 88-94.

УДК 677.021.127

АМБЕРГУМ – СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Жданов Н.А., Осовская И.И.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: iraosov@mail.ru*

AMBERGUM IS A BINDER FOR COATINGS

Zhdanov N. A., Osovskaya I. I.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering

Актуальность исследования обусловлена пагубным влиянием химической промышленности на окружающую среду. По валовым выбросам вредных веществ в атмосферу химический комплекс занимает десятое место среди отраслей промышленности, а по сбросам сточных вод в природные поверхностные водоемы - второе. Так, в 2016 г. выбросы в атмосферу в Санкт-Петербурге составили 432 тыс. тонн. В связи с ухудшением экологической обстановки всё большее значение приобретают материалы, производство и применение которых не связано с использованием токсичных пожароопасных органических веществ.

К наиболее безопасной группе продукции лакокрасочных материалов (ЛКМ) относятся воднодисперсионные краски, основным преимуществом которых являются низкая токсичность, пожаробезопасность, простота и доступность методов нанесения. Водные краски, отвечающие современным экологическим требованиям, занимают одно из ведущих мест в ассортименте лакокрасочной продукции [1, 2].

Воднодисперсионные краски представляют собой двухфазные системы: дисперсной фазой служит полимер, олигомер, пигменты и другие добавки, дисперсной средой – вода. Водные дисперсии относятся к лиофобным коллоидным системам.

В связи с этим целью данного исследования является изучение свойств AMBERGUM[®] 1221 для разработки технологии и получения воднодисперсионной краски на основе водорастворимого производного продукта целлюлозы. Реализация намеченной цели предполагает решение следующих задач: изучение свойств водорастворимого полимера амбергум 1221. Практическая значимость - изучение свойств пленок на основе амбергума 1221; использование полученных результатов для оптимизации разработки технологии получения краски.

На данном этапе работы получены следующие характеристики Амбергум 1221: влажность-7,8 %, насыпная плотность-0,38, зольность- 2,1 %.

Влияние pH на условную вязкость 1,0 %-ого водного раствора Амбергум 1221, растворимость, представлены в табл. 1,2.

Таблица 1

Влияние pH на условную вязкость водного раствора Амбергум 1221

Концентрация раствора, %	Диаметр капилляра, мм	Условная вязкость при различных pH, сек.; T=25 ° C		
		pH=6,3	pH=4,1	pH=10,1
	2,0	45,2	50,6	44,4
	6,0	3,8	4,4	4,2
	2,0	45,2	44,8	50,3
	6,0	4,9	4,8	5,2

Таблица 2

Влияние pH на время растворения 1,0 % водного раствора Амбергум 1221 при различных температурах

№ п/п	рН	Температура, °С	Время растворения, мин	Температура, °С	Время растворения, мин
		25		60	
1	6,3	25	4,2	60	2,1
2	4,1	25	3,3	60	1,8
3	10,1	25	5,5	60	2,8

Для получения пленок готовили 100 мл 1% водного раствора полимера. Растворение проводили в колбе при помешивании. Для ускорения процесса растворения навеску полимера заливали небольшим количеством растворителя для набухания полимера в течение 30 минут. По истечении заданного времени добавляют остальное количество растворителя, нагревают и перемешивают. Полноту растворения контролируют по отсутствию набухших частиц полимера на стенках колбы при ее наклоне. После растворения полимера содержимое колбы хорошо перемешивают и прекращают нагревание. Раствору дают постоять, чтобы исчезли пузырьки воздуха, и выливают часть раствора в чашку Петри. Сушку проводили при 25 °С [3]. Получены прозрачные пленки, без дефектов, толщина пленок – 0,5 мкм.

Основные выводы:

1. Исследование показало хорошую растворимость Амбергум 1221 в воде.
2. Условная вязкость исследуемого полимера не зависит от величины рН, в то время, как растворимость в кислой среде имеет более низкие значения в сравнении с растворимостью при $\text{pH} \geq 7$.
3. Низкая вязкость 1,0 % раствора Амбергум 1221 в воде делает необходимым при разработке композиций ЛКМ получить зависимость влияния вязкости раствора от концентрации пленкообразователя для получения пленок заданной толщины.
4. Получение пленок показало эффективную пленкообразующую способность Амбергум 1221.

5. Полученные результаты позволяют использовать исследуемый полимер для разработки технологии получения ЛКМ и улучшения качества готовой краски.

Библиографический список

1. М. И. Карякина В.Е. Попцов «Технология полимерных покрытий» издательство «Химия» 1983 г.
2. «Энциклопедия полимеров» Т.1 / Под ред. Каргина В.А. М. Советская энциклопедия, 1972.
3. Осовская И.И., Ковжина А.Л., Милютин А.В., Воднодисперсионные краски: учебное пособие/ СПбГТУРП. СПб., 2012 С.
4. Технология полимерных материалов: уч.пос. / А.Ф. Николаев, В.К.Крыжановский, В.В.Бурлов и др.; под общ.ред. В.К. Крыжановский.-СПб.:Профессия,2008.-544 с.,ил.
5. Краски, покрытия и растворители/ Д.Стойе, В.Фрейтаг (ред.); пер.с англ. под ред.Э.Ф.Ицко.-СПб.:Профессия,2007.-528 стр.,ил.

УДК 678.762.2

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА

Животенко Т.С., Санникова Н.Ю., Суханов П.Т.

Воронежский государственный университет инженерных технологий

394036 Россия, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19

e-mail: cnu@inbox.ru

APPLICATION OF NATURAL SORBENTS FOR PURIFICATION WASTE WATER OF SYNTHETIC RUBBER PRODUCTION

Zhivotenko T.S., Sannikova N. Yu., Sukhanov P. T.

Voronezh state university of engineering technologies

Сточные воды предприятий, производящих синтетические каучуки, загрязнены органическими и неорганическими химически опасными примесями, содержание которых в несколько раз превышает допустимые концентрации. Некоторые из них являются устойчивыми к процессам естественного разложения и не улавливаются на очистных сооружениях, что приводит к их накоплению и загрязнению водоемов и грунтовых вод.

Лейканол представляет собой натриевую соль продукта конденсации β -нафталин-сульфокислоты с формальдегидом. Он применяется в производстве бутадиен-стирольных каучуков эмульсионной полимеризацией. Из-за хорошей растворимости в воде и стойкости к биологической деструкции,

токсикант свободно проходит через систему очистных сооружений и попадает в природные водоемы. Лейканол увеличивает показатель окисляемости вод и оказывает негативное влияние на биоценоз водоемов.

Одним из наиболее эффективных методов очистки водных сред является сорбция. В качестве дешевых сорбентов могут применяться различные продукты растительного происхождения, например, щепа, лигнин, кора, целлюлоза и т.д. [1,2]. В данной работе предлагается в качестве сорбента для очистки сточных вод применять термообработанную рисовую шелуху (ТШР). Это продукт многоступенчатой термической деструкции отходов рисового производства, представляющий собой тонкодисперсную бинарную твердую структуру углерод – диоксид кремния. ТШР нетоксичен и эффективно применяется при очистке природных вод от нефти, нефтепродуктов и ряда органических веществ. Благодаря развитой поверхности и комплексному составу ТШР может применяться для сорбции металлов и органических загрязнителей [3].

Изучена сорбция лейканола из водных растворов термообработанной рисовой шелухой, полученной обжигом при 300 °С. Получены изотермы сорбции аналита, свидетельствующие о сильном взаимодействии извлекаемого компонента с сорбентом. Это объясняется большой удельной поверхностью и наличием активированного угля в составе сорбента.

Установлено значение сорбционной емкости ТШР в зависимости от рН, времени сорбции и температуры. Анализ экспериментальных данных показал, что сорбционная емкость ТШР увеличивается при подкислении раствора аналита $pH \geq 3$. При этом степень извлечения лейканола превышает 70 %.

Концентрация загрязнителя в воде после сорбции была ниже ПДК, в том числе и после неоднократного использования. Это позволяет рекомендовать сорбенты на основе ТШР для очистки сточных вод производства синтетического каучука от лейканола.

Библиографический список

1. Беляев Е.Ю., Беляева Л.Е. Применение целлюлозы в решении экологических проблем // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 755–761.
2. Беляев Е.Ю., Беляева Л.Е. Использование растительного сырья в решении проблем защиты окружающей среды // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 763–772.
3. Шевелева И.В., Холомейдик А.Н., Войт А.В., Земнухова Л.А. Сорбенты на основе рисовой шелухи для удаления ионов Fe(III), Cu(II), Cd(II), Pb(II) из растворов // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 171–176.

УДК 504.75.06

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Зайцева Е.А., Еремин И.С., Лаврентьев А.Е.

*Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина
e-mail: zaitsevaelena@yandex.ru*

SORBING MATERIALS PRODUCTION BY AGRICULTURAL WASTE USAGE

Zaitseva E.A., Eremin I.S., Lavrentiev A.E.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

Развитие нефтяного сектора сопровождается негативным воздействием на компоненты окружающей среды. Значительный ущерб, наносимый экосистемам при разливах нефти и нефтепродуктов, приводит к негативным последствиям как экономического, так и социального характера. Поэтому разработка новых методов и технологий ликвидации последствий разливов нефти является актуальной задачей.

Важное место среди методов ликвидации разливов занимают сорбционные способы очистки [1]. Больше внимание уделяется природным сорбирующим материалам (далее – СМ) на основе отходов агропромышленного комплекса (далее – АПК), образующихся при переработке сельскохозяйственного сырья. Преимуществами использования данных материалов являются их обилие и возобновляемость, а также безопасность использования и простота технологии получения. По имеющимся данным министерства сельского хозяйства, АПК Российской

Федерации ежегодно производит 773 млн. т отходов, из которых 220 млн. т приходится на растениеводство и 30 млн. т – на отходы перерабатывающей промышленности [2]. Поэтому целью данной работы является получение СМ для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на основе отходов АПК. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: определить возможность использования отходов АПК в качестве сырья для получения на их основе СМ для сбора нефти и нефтепродуктов; предложить способ получения СМ на основе отходов АПК; провести исследование физико-химических свойств и определить эффективность полученных СМ.

При выборе сырья мы выделяем основные отходы культур АПК, образующихся на территории РФ, которые на наш взгляд могут стать перспективным сырьем для получения на их основе СМ (табл. 1).

Таблица 1

Вид и количество отходов АПК

Сельскохозяйственная культура	Количество, млн тонн	Вид отхода	Количество отходов, млн тонн
свекла	53,30	жом	42,60
ячмень	21,60	лузга	2,16
рис	1,20	шелуха	0,24
гречиха	1,00	лузга	0,30
подсолнечник	15,30	лузга	2,14
кукуруза	14,50	стебли	18,60
пшеница	77,90	шелуха	21,80
рожь	1,90	шелуха	0,53

Утилизация такого значительного количества отходов является важной проблемой АПК, в связи с чем принятие мер по их вторичному использованию является также актуальной задачей. Данные отходы необходимо рассматривать как источник сырья, использование которого экономически и экологически целесообразно.

В качестве объектов исследования были выбраны жом сахарной свеклы [3] и лузга гречихи. В качестве химического реагента использовали

органический растворитель. Термическую обработку проводили огнем способом. Показателем эффективности СМ служит нефтеемкость, определенная согласно ГОСТ 33627-2015.

Предложенный нами способ модификации показал существенное увеличение нефтеемкости СМ по сравнению с исходными образцами (табл. 2).

Таблица 2

Анализ нефтеемкости материалов

Сырье	Нефтеемкость исходного материала, г/г	Нефтеемкость после обработки, г/г
Жом сахарной свеклы	1,16	16,11
Лузга гречихи	2,53	6,06

По результатам работы определена возможность использования отходов АПК, таких как жом сахарной свеклы и лузга гречихи, в качестве сырья для получения на их основе СМ. Зафиксировано увеличение показателя нефтеемкости по каждому из образцов после их модификации. Полученные материалы обладают селективностью по отношению к нефти и могут быть использованы в качестве СМ для ликвидации последствий ее разливов.

Библиографический список

1. Веприкова, Е.В. Особенности очистки воды и нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей / Е.В. Веприкова, Е.А. Терещенко // Журнал Сибирского федерального университета, 2010. – № 3. – С. 285-303.
2. Безруких, П.П. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатель по территориям). – М.: Издательство «Энергия», 2007. – 270 с.
3. Получение сорбирующего материала на основе жома сахарной свеклы / С.В. Мещеряков, И.С. Еремин, Д.О. Сидоренко, М.С. Котелев, Е.А. Зайцева, А.Е. Лаврентьев // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2019. – №6. – С. 10-16.

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ОБЕЗВОЖИВАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТОЧНОГО СТОЛА
БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ И АЛГОРИТМ ЕЕ
РЕАЛИЗАЦИИ**

Заруцкий А.Е., Александров А.В.

¹*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: zarutskuyalexey@gmail.com*

**METHOD FOR EVALUATING THE DISPERSING ABILITY OF THE
DEHYDRATING ELEMENTS OF THE NETWORK TABLE OF A PAPER
MACHINE AND ITS ALGORITHM FOR ITS IMPLEMENTATION**

Zarutsky A.E., Alexandrov A.V.

¹*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design
High School of technology and engineering*

Качество бумажного полотна и бесперебойность работы бумагоделательной машины в значительной степени зависит от эффективности работы напорного ящика и формирующего устройства. Напорный ящик должен обеспечивать подачу массы на сеточный стол с одинаковой скоростью по всей ширине и высоте потока, а скорость потока должна поддерживаться в определённой зависимости от скорости сетки, при этом напорный ящик должен предотвращать возможность флокуляции и ориентации волокон в потоке.

Качество вырабатываемой на сеточном столе бумаги зависит от реологических характеристик бумажной массы, отношения скорости напуска массы к скорости движения сетки и интенсивности обезвоживания.

Гидродинамические параметры течения бумажной массы определяют внутреннюю структуру потока массы, обеспечивают диспергирование волокон и равномерность их распределения.

Обезвоживающие элементы должны поддерживать в потоке, одновременно с обезвоживанием, микротурбулентный режим течения для предотвращения флокуляции и обеспечения равномерного распределения волокон.

Знание динамики структурообразования в потоке бумажной массы в зоне отлива и формования под действием формирующих элементов позволяет управлять процессом формования бумажного полотна, позволяет обосновано подбирать необходимые конструктивные элементы сеточного стола и рационально их компоновать.

Основными обезвоживающими элементами современных формирующих устройств БДМ являются гидропланки и регистровые валики.

На рис. 1 представлены графики изменения давления при обезвоживании массы на регистровом валике и гидропланке. На регистровом валике имеет место резкий перепад давления, что приводит к нарушению формования бумажного полотна. На гидропланках перепад давления в 2-3 раза меньше, чем на регистровом валике и его можно изменять путём регулирования угла и длины наклонной поверхности гидропланки.

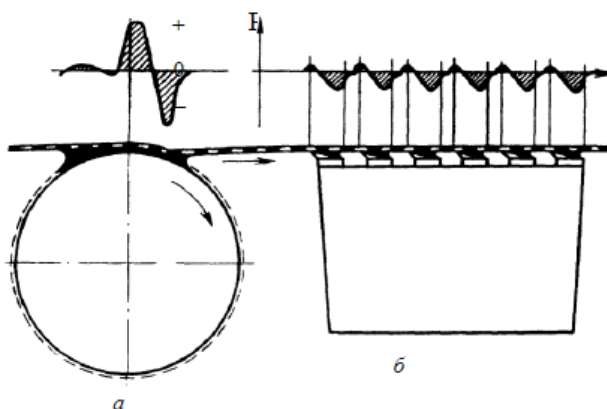


Рис. 1 – Изменение давления при обезвоживании на: а – регистровом валике; б – гидропланках.

Изменяя величину угла передней грани гидропланки можно активно влиять на процесс формования бумажного полотна. Так, в начальной стадии отлива и формования необходимо обеспечивать умеренное удаление воды, чтобы сохранить возможность формования полотна с равномерной структурой как по ширине бумажного полотна, так и по толщине.

В Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна Высшей школе технологии и энергетике проводились исследования процессов формования структуры бумажного полотна под

воздействием таких обезвоживающих элементов как регистровые валы и гидропланки.

Анализ энергетического состояния потока массы в зоне отлива и формирования показал резкое увеличение пульсаций давления в бумажной массе в зоне подачи струи на сетку. Скорость сеточного стола при этом варьировалась от 1,5 до 3,5 м/с. На рис. 2 показано изменение энергии пульсаций давления в потоке бумажной массы в начальной зоне формирования.

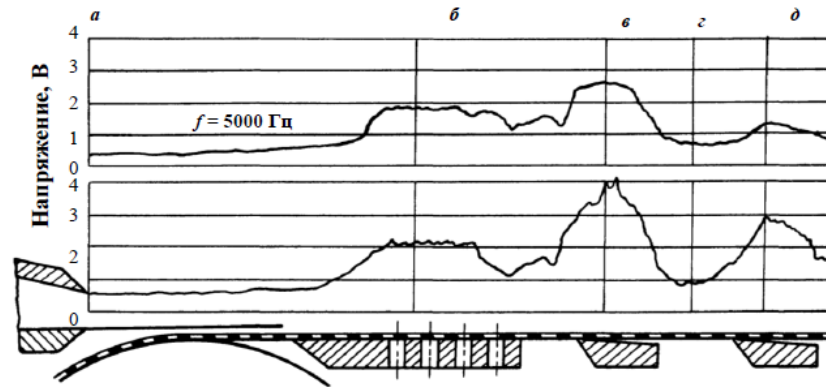


Рис.2 – Изменение энергии пульсаций давления в потоке сульфитной небеленой целлюлозы в начальной зоне формирования: а – напускное сечение напорного ящика; б – точка удара струи о сетку; в – первая гидропланка; г – участок между гидропланками; д – вторая гидропланка.

Составляя уравнения баланса сил для описания вертикальных смещений между обезвоживающими элементами можно вывести формулы для расчёта установившихся вертикальных смещений сетки в условиях переменного слоя обезвоживания массы

$$\frac{d}{dt} \left[\rho(x) \frac{dy(x, t)}{dt} \right] = T \frac{\partial y^2(x, t)}{\partial x^2} + f(x)$$

$$Y_{\{x\}} = l [C_2 + C_1 G(u) - G_3(u)]$$

$$\text{Где } \begin{cases} C_2 = 0 \\ C_1 = \frac{G_3(1)}{G_2(1)} \end{cases} \text{ и } G_2(u) = \int_0^u \frac{ds}{1 - B(s)}; G_3(u) = \int_0^u \frac{G_1(s) ds}{1 - B(s)},$$

что позволяет решить реологическое уравнение для нахождения напряжения сдвига в потоке бумажной массы:

$$\tau_{ij} = \sum_{k=1}^{n+1} A_k e^{-\alpha_k \gamma_{ij}} + \mu \gamma_{ij}$$

Полученные значения напряжений сдвига сравниваются с экспериментальными данными, полученными на устройстве для определения предельного напряжения сдвига низкопластичных масс по А.С. №1337730, что позволяет судить о диспергированности потока бумажной массы в начальной зоне формования.

Библиографический список

1. Александров А.В., Александрова Т.Н. Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги. Часть II. Гидродинамика процессов формования бумаги / СПбГТУРП. –СПб., 2015. – 133 с.: ил. 49.

УДК 676; 661.71

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Захаревич А.А.¹, Шаова А.А.²

¹*Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана*

²*МИРЭА Российский Технологический Университет Институт Тонких Химических Технологий им. М.В. Ломоносова
e-mail: godstaff@gmail.com*

BIODEGRADABLE MATERIALS BASED ON CELLULOSE- CONTAINING WASTE OF WOODWORKING PRODUCTION

Zakharevich A.A.¹, Shaova A.A.²

¹*Mytishi Branch of Bauman Moscow State Technical University*

²*MIREA Russian Technological University Institute of Fine Chemical Technologies named after M.V. Lomonosov*

Современный мир сложен и многогранен, предыдущие исторические эпохи оставили богатое наследие, однако, помимо бурного развития науки и техники, это наследие включает в себя и нерешенные проблемы, прежде всего разумного использования имеющихся ресурсов и утилизации скапливающихся отходов. Прогресс невозможен без учета прошлого опыта, решения текущих задач и прогнозирования будущих вызовов. Сегодня

направленность научной деятельности состоит в реализации возможностей для развития и совершенствования технологий, с целью удовлетворения всё новых потребностей человечества, вследствие расширения их ассортимента, количественного и качественного потребления благ. Резко возрастающее население обостряет проблемы не пропорционально росту его численности, а всё более высокими темпами, наслаиваясь друг на друга, проблемы приобретают глобальный характер и как следствие, необратимые последствия [1]. Многократно увеличивающийся темп потребления природных ресурсов, влечет ускоренное истощение запасов минерального и углеводородного сырья, пресной воды, других ресурсов и общую деградацию биосферы планеты [2].

Решение проблем, связанных с загрязнением окружающей среды разнообразными промышленными и бытовыми отходами, заключается в модернизации производств, разработке и массовом внедрении биоразлагаемых (Б) упаковочных материалов и тары, замкнутых технологических процессах по отношению к окружающей среде. В настоящее время перевод производств на полные циклы, переработка вторсырья, широкое использование возобновляемых ресурсов и внедрение Б материалов, рассматривается как одно из основных направлений решения вопросов рационального использования природно-сырьевых ресурсов. Вопрос охраны окружающей среды, имеет глобальный характер и должны решаться не в рамках отдельного предприятия или государства, а в масштабах всего земного шара [3]. Дальнейшее развитие человеческого общества, невозможно вне ресурсно-сырьевой базы. В методологическом плане проблема связана с пересмотром имеющихся, разработкой новых и внедрением в производственные мощности, инновационных технологий.

Цель настоящего исследования: разработка методики, позволяющей получать Б материал на основе целлюлозосодержащих отходов деревообрабатывающей промышленности (ЦОДП) и модифицированного крахмала (МК) с высокими потребительскими свойствами, сходными с

применяемыми полимерами (полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, полистирол и другими), пригодного для промышленного изготовления одноразовой посуды и широкой номенклатуры упаковочных материалов. Большинство полимеров, используемых для производства упаковки и одноразовой посуды, являются биоинертными и требуют особых мер по организации вторичной переработки или утилизации. Это энергоёмкие и трудозатратные процессы, при этом не исключают загрязнения окружающей среды.

Была проведена серия физико-механических испытаний образцов (полученных методами холодного и горячего формования) композитных материалов с матрицей на основе МК и различным содержанием наполнителей из древесной муки (измельченная древесина) разной степени измельчения. Наиболее перспективной считаем муку из берёзовых (лат. *Bétula péndula* и *Bétula pubéscens*) ЦОДП, поскольку именно эта пионерская порода даёт наибольший прирост древесинного вещества и содержит незначительное количество побочных веществ [4].

Крахмал, получаемый из растительного сырья, подвергается модификации. Содержащихся в обычном крахмале гидроксильные группы, притягивают воду, из-за чего происходит быстрое разложение, с заменой их эфирными или сложноэфирными группами, вода в меньшей степени воздействует на материал. Последующая химическая обработка позволяет создавать дополнительные связи между частями полимера, увеличивая его термостойкость, устойчивость к воздействию жидкостей и деформации. В результате образуется модифицированный крахмал, который разлагается в окружающей среде и обладает свойствами термопласта пригодного для промышленного производства.

Разработанная методика представляет собой изыскания путей удешевления существующих технологий Б материалов.

Использование разработанной методики позволило достичь большинства параметров, важных для конечного продукта. Изделия из полученные из Б

материала возможно производить на стандартном оборудовании, они хорошо окрашиваются, на них наносится печать всеми стандартными методами. Следует отметить, что физические свойства МК с наполнителем из ЦОДП, в целом, уступают свойствам смол, полученных из нефтехимического сырья, с которыми они конкурируют (полипропилен, полиэтилены низкого и высокого давления). Однако, Б материалы в существующем виде уже находят применение: в упаковочных материалах и таре; хозяйственных пленках; разовой посуде и столовых приборах.

Библиографический список:

1. Веревичев И.И., Веревичева М.И., Ерохина Е.А. Код развития современной цивилизации. – Научный журнал: Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 20, № 4(3), 2018. – 514с.
2. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. – учебное издание. Москва: – Изд-во Высшая школа, 1999. – 5с.
3. Баутин В.М., Мычка С.Ю. Экология. Направления развития системы переработки отходов промышленно–производственных подсистем АПК. – Научный журнал. Территория науки. № 6, 2015. – 91с.
4. Кононов Г.Н. Дендрохимия. Химия, нанохимия, и биогеохимия компонентов клеток, тканей и органов растений. В двух томах. Том 1: монография. –М.: ФГБОУ ВО МГУЛ, 2015 – 185с.

УДК 676.15

РАЗМОЛ СУЛЬФАТНОЙ ХВОЙНОЙ И ЛИСТВЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ДИСКОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ НА НОЖЕВОЙ ГАРНИТУРЕ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

*Зырянов Д.Е., Решетова Н.С., Алашкевич Ю.Д.
Сибирский государственный университет науки и технологий
Имени академика М.Ф. Решетнева
e-mail: zde13Den@yandex.ru*

REFINING OF SULFATE CONIFEROUS AND DECIDUOUS PULP IN A DISK MILL ON A KNIFE HEADSET OF VARIOUS CONFIGURATION

*Zyryanov D.E., Reshetova N.S., Alashkevich Y.D.
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology*

Размол волокнистых материалов - один из основных технологических процессов, определяющих качественные показатели готовой продукции. Это, наряду с высокой энергоемкостью размола, требует проведения дальнейших

исследований в данной области, с целью повышения эффективности подготовки волокнистых полуфабрикатов [1, 2].

На кафедре машин и аппаратов промышленных технологий (МАПТ) СибГУ им. М.Ф. Решетнева проводятся исследования процесса размола волокнистых материалов с использованием ножевых размалывающих гарнитур различной конфигурации. Это позволяет изучать преимущественное фибриллирующее воздействие на волокно (усилия со стороны ножей направлены в основном по нормали) или режущее (усилия со стороны ножей направлены в основном по касательной). В данной работе приведены результаты исследований размола беленой сульфатной хвойной и лиственной целлюлоз – продукции ОАО «Группа «Илим» в г. Братске. Размол проводился с использованием гарнитур с криволинейной формой ножей [3] с зеркальным (рис. 1, а) и с параллельным (рис. 1, б) расположением ножей ротора и статора.

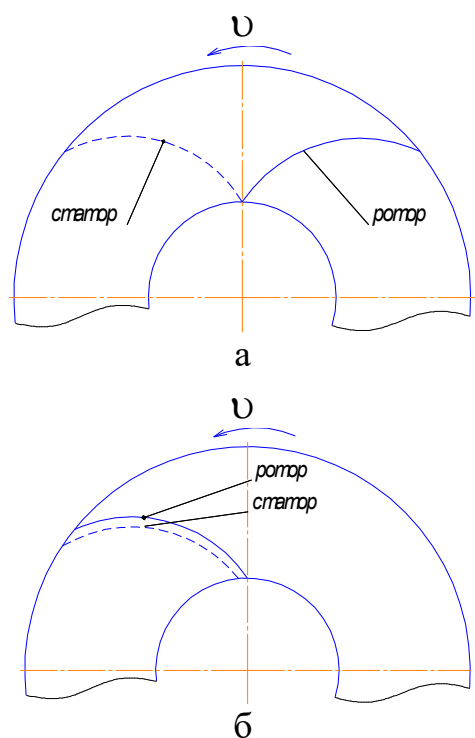
Техническая характеристика экспериментальной установки:

- габаритные размеры дисковой мельницы, м	0,95x0,6x0,8;
- межножевой зазор, мм	0 ÷ 6;
- число оборотов вала ротора, об/мин	0 ÷ 2000;
- материал гарнитуры	Сталь 40ХН;
- диаметр гарнитуры наружный, мм	290;
- диаметр гарнитуры внутренний, мм	120;
- число ножей гарнитуры, шт	40;
- ширина ножей, мм	2 ÷ 3;
- секундная режущая длина L_s , м/с	5600;
- номинальная мощность двигателя, кВт	22;
- число оборотов выходного вала двигателя, об/мин	750.

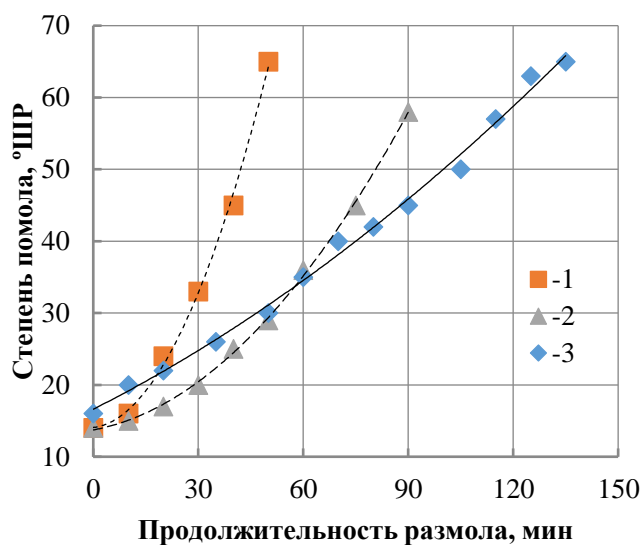
Такие параметры как концентрация волокнистой массы - 2 %; частота вращения ротора - 1500 об/мин; межножевой зазор - 0,1 мм были выбраны как наиболее эффективные с точки зрения продолжительности размола и степени разработки волокна, на основании ранее проведенных на кафедре МАПТ исследований.

Характер зависимости степени помола от продолжительности размола одинаков при размоле хвойной целлюлозы с использованием разной конфигурации гарнитуры, но интенсивность прироста градуса помола при зеркальном расположении ножей ротора и статора значительно выше, чем при

их параллельном расположении, т.е. угол скрещивания ножей ротора и статора оказывает существенное влияние на разработку волокнистой массы (рис. 2).

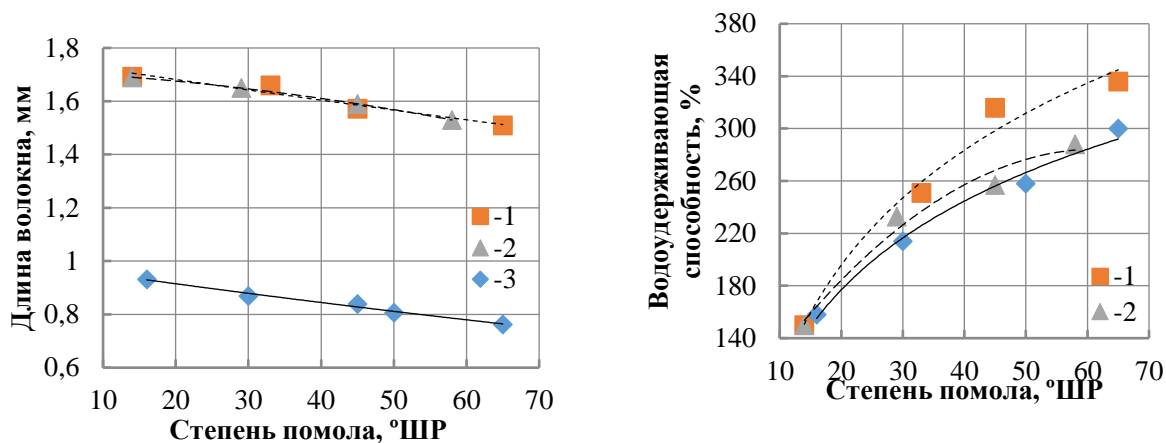


а – зеркальное расположение ножей;
б – параллельное расположение ножей
Рис. 1. Схема расположения размалывающих гарнитур криволинейной формой ножей



1 – зеркальное расположение ножей ротора и статора, хвойная целлюлоза;
2 – параллельное расположение ножей ротора и статора, хвойная целлюлоза;
3 – зеркальное расположение ножей ротора и статора, лиственная целлюлоза
Рис.2. Зависимость степени помола от продолжительности размола

При размоле лиственной целлюлозы начальная разработка волокна идет интенсивно, но затем процесс замедляется. Криволинейная форма ножей в целом обеспечивает сохранение длины волокон. Оба рассмотренных нами варианта расположения криволинейных ножей ротора и статора обеспечивают незначительное укорочение волокна, у хвойной целлюлозы длина волокна сократилась на 30 %, у лиственной – на 20 %, при этом вариант зеркального расположения ножей ротора и статора обеспечил получение высокой водоудерживающей способности и для хвойной и для лиственной целлюлоз (рис. 3).



1 – зеркальное расположение ножей ротора и статора, хвойная целлюлоза;
 2 – параллельное расположение ножей ротора и статора, хвойная целлюлоза;
 3 – зеркальное расположение ножей ротора и статора, лиственная целлюлоза
 Рис. 3. Зависимость бумагообразующих показателей от продолжительности размола

Таким образом, использование данного типа гарнитуры при зеркальном расположении ножей ротора и статора позволит получить полуфабрикат с высокими бумагообразующими показателями, что особенно важно в случае размола лиственной целлюлозы, значения бумагообразующих характеристик исходного волокна которой ниже, чем у хвойной целлюлозы.

Библиографический список

1. Иванов, С. Н. Технология бумаги/С. Н. Иванов – М.: Школа бумаги, 2006. – 696 с.
2. Конструктивные и технологические особенности дисковой мельницы DD6000 / В.С. Быстров // Новое в подготовке волокнистой массы для различных видов бумаги и картона: материалы 3-й Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: ГОУ ВПО СПбГТУ РП. – СПб., 2010. – С. 36-39.
3. Пат. 2307883. Российская Федерация, МПК51 D21D1/30, B02C 7/12. Размалывающая гарнитура [Текст] / Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Харин В. Ф., Мухачев А. П.; заявитель и патентообладатель: Сибир. госуд. технолог.ун-т № 2006110647/12; заявл. 03.04.2006; опубл. 10.10.2007, Бюл. №28. – 8 с.

**РОЛЬ КАТИОННОГО КРАХМАЛА В ФОРМИРОВАНИИ
ПРОЧНОСТИ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ БУМАГИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
СТЕПЕНЯХ ПОМОЛА**

Казимиров Н.А., Малютина Д.И., Смолин А.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: nik28061999@gmail.com*

**THE ROLE OF CATIONIC STARCH IN THE FORMATION OF
STRENGTH AND WATER ABSORPTION OF PAPER AT VARIOUS
DEGREES OF GRINDING**

Kazimirov N.A., Malyutina D.I., Smolin A.S.

*Higher School of Technology and Energy of Saint Petersburg State University of Technologies
and Design*

Статья посвящена исследованию влияния крахмальной проклейки на механические показатели готовой бумаги из белой сульфатной лиственной целлюлозы и белой сульфатной хвойной целлюлозы, а также на ее водопоглощение в присутствии модифицированного крахмала. Установлена зависимость роста механических показателей с увеличением дозировки крахмала, экспериментально подтверждено что увеличение расхода крахмала не влияет на показатель водопоглощения.

Для проведения исследований использовали следующие волокнистые полуфабрикаты:

- * Сульфатная белая лиственная целлюлоза (СФАЛБ)
- * Сульфатная белая хвойная целлюлоза (СФАХВБ)

Для исследования использовали древесные волокна – целлюлозу сульфатную белую лиственную и сульфатную белую хвойную. Для проведения испытаний образцы подготавливали, производили роспуск и размол в ЦРА, а также определяли их степень помола в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 14363.4 (рис.1).

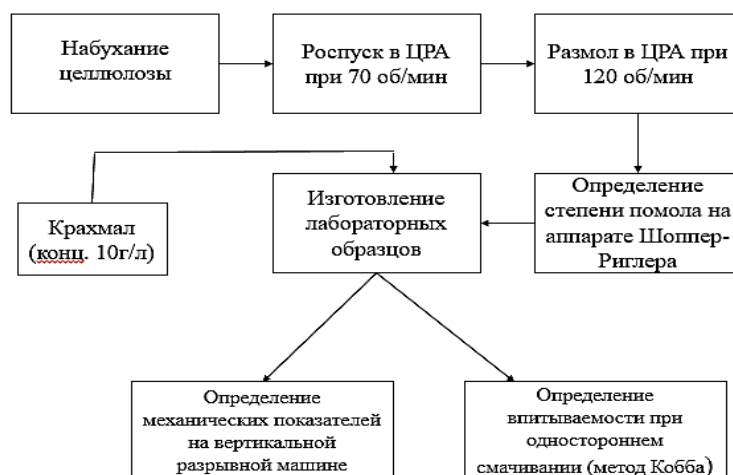


Рис. 1 – Схема исследования

Подготовка бумажной массы, роспуск и размол волокнистых полуфабрикатов, а также обработка бумажной массы крахмалом, определение поверхностной впитываемости воды при одностороннем смачивании (метод Кобба) и определение механических показателей производились в соответствии с действующими стандартами [2]. Результаты представлены далее.

Влияние расхода крахмала на физико-механические показатели бумаги из СФАЛБ и СФАХВ

Таблица 1

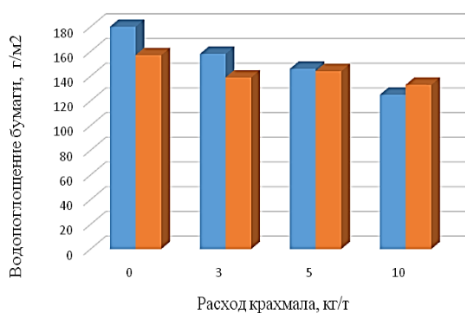
Физико-механические показатели бумаги из СФАЛБ

№	Расход крахмала	Толщина	Плотность	Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀)	Разрывная длина	Предел прочности при растяжении
	кг/т					
1	0	0,12	0,53	180	2,55	13,3
2	3	0,13	0,59	158	3,1	18,2
3	5	0,14	0,59	146,3	3,2	18,46
4	10	0,13	0,63	125	4,03	25,06

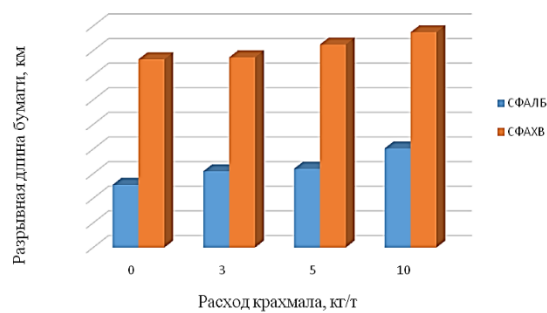
Таблица 2

Физико-механические показатели бумаги из СФАХВ

№	Расход крахмала	Толщина	Плотность	Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀)	Разрывная длина	Предел прочности при растяжении
	кг/т					
1	0	0,12	0,67	157	7,65	50,41
2	3	0,12	0,66	139	7,73	52,5
3	5	0,12	0,69	144	8,25	53,7
4	10	0,11	0,71	133	8,75	62,12



А



Б

Рис. 2 – А) Влияние расхода крахмала на водопоглощение бумаги из СФАЛБ и СФАХВ
 Б) Влияние расхода крахмала на механический показатель бумаги из СФАЛБ и СФАХВ

Таблица 3

Влияние размола на физико-механические показатели бумаги из СФАХВ с крахмалом

№	Степень помола	Толщина мм	Плотность г/см ³	Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀) г/м ²	Разрывная длина км	Предел прочности при растяжении МПа
	°ШР					
1	16	0,12	0,67	158,5	6,95	45,25
2	19	0,112	0,71	152	9,18	64,06
3	28	0,098	0,81	193,3	10,41	82,72
4	55	0,078	0,76	96	10,17	101,86

Таблица 4

Влияние размола на физико-механические показатели бумаги из СФАЛБ с крахмалом

№	Степень помола	Толщина мм	Плотность г/см ³	Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀) г/м ²	Разрывная длина км	Предел прочности при растяжении МПа
	°ШР					
1	15	0,22	0,36	254	0,91	3,22
2	24	0,14	0,57	169,67	3,06	17,07
3	39	0,17	0,47	191	2,28	10,46
4	45	0,135	0,59	154,3	3,82	22,08

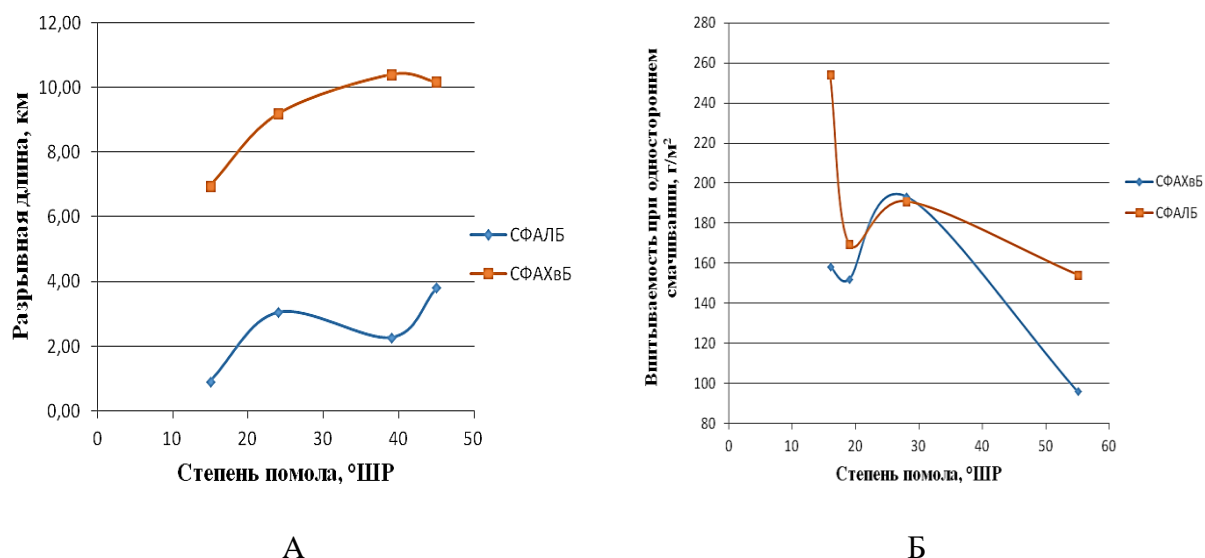


Рис. 4 – А) Зависимость разрывной длины от степени помола для бумаги из СФАЛБ и СФАХВ
 Б) Зависимость впитываемости при одностороннем смачивании от степени помола для бумаги из СФАЛБ и СФАХВ

Выводы:

1. Подтверждено положительное влияние добавок катионного крахмала на показатели прочности бумаги. Прирост прочности сохраняется при различных степенях помола

2. Добавка катионного крахмала незначительно влияет на водопоглощение бумаги по Коббу в сторону уменьшения. Как самостоятельный проклеивающий реагент, катионный крахмал неэффективен.

Библиографический список

1. Кларк Дж. Технология целлюлозы (наука о целлюлозной массе и бумаге, подготовка массы, переработка ее на бумагу, методы испытания) / Пер. с англ. Оболенской А.В. и Пазухиной Г.А. - М.: Лесная промышленность, 1983. – 456 с.
2. Шабиев Р.О., Смолин А.С., Парамонова Л.Л.. Изготовление и испытание лабораторных образцов бумаги и картона из вторичного сырья: уч. пособие. СПб.: СПбГТУРП, 2013. 66 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФТСОПОЛИМЕРА ЭТИЛЕНА И
АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ СОВМЕСТИТЕЛЯ
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА С ПОЛИЭТИЛЕНОМ НИЗКОЙ
ПЛОТНОСТИ**

Лавров Н.А.¹, Белухичев Е.В.¹, Карсакова М.Е.¹

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров
e-mail:karsakova9898@mail.ru*

**REALIZATION OF ETHYLENE ACRYLIC ACID COPOLYMER AS A
COMPATIBILIZER OF POLYVINYL CHLORIDE WITH BRANCHED
POLYETHYLENE**

Lavrov N.A., Belukhichev E.V., Karsakova M.E.
Saint-Petersburg State Institute of Technology

Полимерные компатибилизаторы представляют собой макромолекулярные соединения, которые проявляют межфазную активность в гетерогенных полимерных смесях. Как правило, цепи компатибилизатора имеют блочную структуру, причём один составляющий блок смешивается с одним компонентом смеси, а второй блок - с другим компонентом [1].

Чтобы улучшить совместимость поливинилхлорида с полиэтиленом низкой плотности в смесь был введён графтсополимер хлорированного полиэтилена и акриловой кислоты марки ACS-870 (1,5%). Плёнки получены на лабораторных вальцах при температуре 180 °С.

Свидетельством плохой совместимости компонентов полимерной смеси является снижение механических свойств плёнок, так как получаемые изделия имеют множество поверхностных и внутренних дефектов [2]. Поэтому для определения степени совместимости ПВХ с ПЭНП проанализированы показатели ударной вязкости полученных пленок. Показатели ударной вязкости определены на маятниковом копре.

В табл. 1 приведены показатели ударной вязкости ПВХ-плёнок с различным содержанием ПЭНП и фиксированным содержанием совместителей.

Таблица 1

Ударная вязкость ПВХ-плёнок, полученных с примесями ПЭНП без совместителя [3] и с использованием совместителя

№	Содержание ПЭНП, %	Ударная вязкость, кДж/м ²	
		Без совместителя	ACS-870
1	0,00	331	356
2	0,00	331	307
3	2,00	298	411
4	3,00	296	398
5	4,00	280	457
6	5,00	266	484

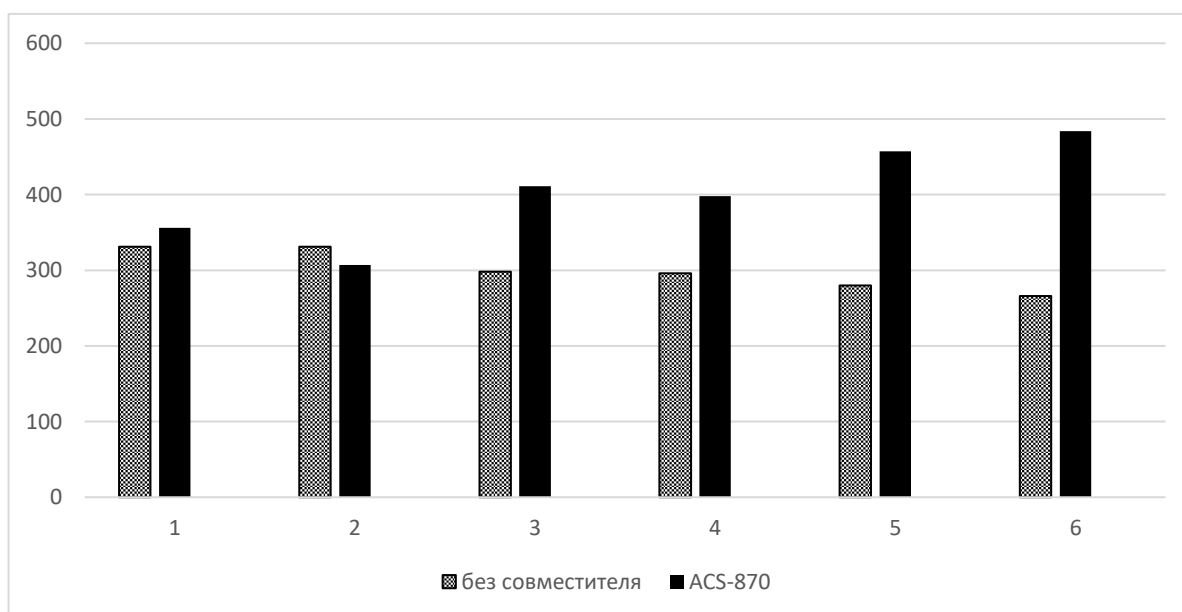


Рис. 1 – Ударная вязкость (а, кДж/м²) плёнок, полученных с использованием совместителя марки ACS-870 и без совместителя. На оси абсцисс указаны порядковые номера образцов, соответствующие нумерации в табл. 1

Полученные значения ударной вязкости (рис. 1) свидетельствуют об улучшении совместимости смеси ПВХ и ПЭНП в композициях с содержанием полиэтилена от 2,0 до 5,0 %, если в рецептуру вводится совместитель в

количестве 1,5 %. Стоит отметить, что ACS-870 не является модификатором ударной вязкости для ПВХ, однако выступает в качестве компатибилизатора смеси ПВХ и ПЭНП за счёт хорошей совместимости с полиэтиленом низкой плотности.

Библиографический список

1. Koning C., Van Duin M., Pagnouille C., Jerome R. Strategies for compatibilization of polymer blends // *Progress in Polymer Science*. – 1998. – № 23. – P. 707-757.
2. Eastwood E.A., Dadmun M.D. Compatibilization of poly(vinyl chloride) and polyolefin elastomer blends with multiblock/blocky chlorinated polyethylenes // *Polymer*. 2002. № 43. P. 6707-6717.
3. Дефекты жестких каландрованных пленок, полученных из смеси поливинилхлорида с полиэтиленом низкой плотности / Н.А. Лавров, Е.В. Белухичев // Сборник тезисов IX научно-технической конференции (с международным участием) студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках мероприятий, посвященных 150-летию открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеевым. – СПб., изд-во СПбГТИ(ТУ), 2019. – С. 107.

УДК 620.92

СВОЙСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛЁНОК, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СШИТЫМ НИТРИЛБУТАДИЕНОВЫМ КАУЧУКОМ

Ковалев К.А., Лавров Н.А.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров
e-mail: kovalev.dth@gmail.com*

PROPERTIES OF POLYVINYL CHLORIDE FILMS MODIFIED BY CROSSLINED NITRIL BUTADIEN RUBBER

Kovalev K.A., Lavrov N.A.

Saint-Petersburg state Institute of Technology

Технологические добавки очень важны для успешной переработки полимерных материалов. Поливинилхлорид (ПВХ) без добавок демонстрирует низкую стабильность и высокую хрупкость. Тем не менее действительным достоинством ПВХ является его технологичность и способность к модификации: таким образом получают очень широкий спектр физических свойств, что позволяет производить самые разнообразные продукты: от очень мягких, гелеобразных, до упругих, жестких материалов.

Жесткий модифицированный ПВХ характеризуется прочностью и при переработке ведет себя как пластичный материал в большом диапазоне температурных и деформационных условий. Однако склонность к образованию трещин и еще более строгие требования для некоторых условий эксплуатации изделий, делают необходимым улучшение природной жесткости полимера [1].

Использование сополимеров бутадиена в качестве модификаторов ударной вязкости является наиболее распространенной практикой в производстве изделий из ПВХ [2]. Чаще всего используются сополимеры акрилонитрила, бутадиена и стирола (АБС), а также метилметакрилата, бутадиена и стирола (МБС) [1].

Учитывая природу используемых в производстве модификаторов, было сделано предположение, что нитрилбутадиеновый каучук (НБК) также может проявить себя как модификатор ударной вязкости, за счет наличия бутадиеновых групп [3], обеспечивающих рассеивание ударной нагрузки, и за счет нитрильных групп, обеспечивающих совместимость с ПВХ [4].

Для исследования влияния введения НБК на прочностные характеристики получаемых плёнок, были изготовлены образцы с добавлением в полимерную композицию каучуков марок ПБНК-3355 ПС (СИБУР) и BaymodN (ARLANXEO), с содержанием 0, 10, 20, 30, 40 и 50% по массе.

Композиции ПВХ с НБК были приготовлены в смесителе (миксере) и затем подвержены пластикации в одношнековом осциллирующем экструдере. Получаемый расплав был переработан на лабораторных вальцах. Впоследствии были подготовлены образцы для проведения тестов на разрывной машине, а также определения твердости по Шору.

В табл. 1 приведены показатели прочности на разрыв и твердости по Шору ПВХ-плёнок, полученных с использованием НБК двух марок в качестве модификатора (табл. 1). Графическое отображение данных из табл.1 представлено на гистограмме (рис. 1).

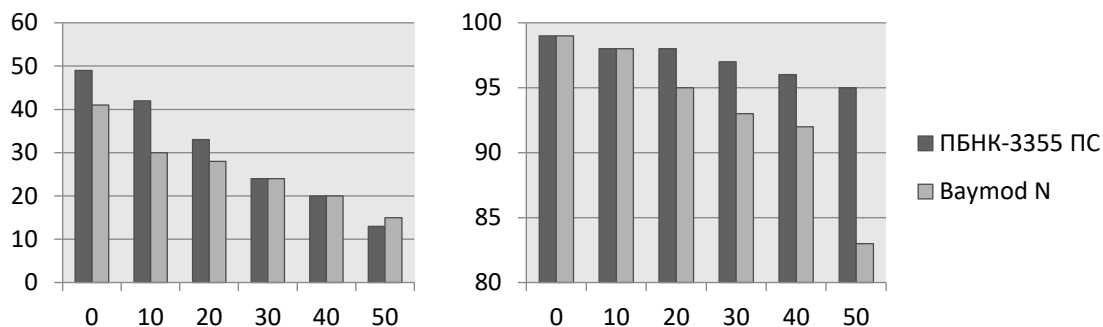


Рис. 1 – Прочность на разрыв (слева) и твердость по Шору (справа) ПВХ-плёнок, полученных с использованием НБК двух марок в качестве модификатора

Таблица 1

Прочность на разрыв и твердость по Шору ПВХ-плёнок, полученных с использованием НБК двух марок в качестве модификатора

Содержание НБК, %	Прочность на разрыв, МПа		Твердость по Шору, НА	
	ПБНК-3355 ПС	Baymod N	ПБНК-3355 ПС	Baymod N
0	49	41	99	99
10	42	30	98	98
20	33	28	98	95
30	24	24	97	93
40	20	20	96	92
50	13	15	95	83

По приведенным выше данным, можно сделать вывод, что НБК марки ПБНК-3355 ПС, лучше проявляет себя в качестве модификатора ударной вязкости, так как его использование позволяет получить более высокие результаты прочности на разрыв, чем при введении в состав композиции BaymodN. Тем не менее исходя из данных твердости по Шору, можно сказать, что BaymodN может проявлять себя в качестве сухого пластификатора ПВХ-плёнок [5].

Библиографический список

1. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч. Поливинилхлорид / Перевод с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
2. Лавров Н.А., Колерт К., Белухичев Е.В., Лебедкина Т.А. Влияние модификаторов ударопрочности на свойства жестких пленок из поливинилхлорида // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. - № 3. – С. 40-42.
3. Kann Y., Padwa A. PVC Modification with Biobased Poly(hydroxyalkanoates) // Journal of Vinyl & Additive Technology. – 2015. - № 21. – P. 259-271.

4. Leszek A. Utracki C. Wilkie A. Polymer blends Handbook. – Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2003. – 2378 p.
5. Wypych G. Handbook of plasticizers. – ChemTech Publishing Toronto – New York, 2004. – 687 p.

УДК 66.092-977

**ПРОИЗВОДСТВО И ВОВЛЕЧЕНИЕ В МИРОВОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС АЛЬТЕРНАТИВНЫХ
КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА**

Кожевникова Ю.В., Сердюкова Е.Ю.¹

¹ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

e-mail: serdyukova.e@gubkin.ru

**PRODUCTION AND INVOLVEMENT OF ALTERNATIVE FUEL
COMPONENTS IN THE GLOBAL ENERGY BALANCE**

Kozhevnikova Yu.V., Serdyukova E. Yu.¹

¹ National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Вопрос столь масштабного и в тоже время активного получения и вовлечения альтернативных топлив, в энергетическую промышленность приобрел особую актуальность в связи с нестабильностью нефтяного рынка, сокращением запасов, а также резким колебанием цен на данный ресурс. Кроме того, интерес к новым источникам энергии связан с невозобновляемостью углеводородного сырья и стремлением стран – импортеров нефти уменьшить свою зависимость от стран – производителей. Также столь острый вопрос необходимости производства и вовлечения в мировой энергетический баланс альтернативных видов топлива связан с напряженной ситуацией в области загрязнения окружающей среды.

На ряду с вышеперечисленными обстоятельствами, способствующими развитию альтернативной энергетики, существует множество растительного сырья невостребованного в современных условиях, но пригодных для производства жидких видов биологического топлива, в частности, продукты сельского и лесного хозяйства, а также отходы данных отраслей промышленности. Еще одним фактором в пользу развития производства биологического топлива является использование «покинутых» земель.

Для России потенциальным источником растительного топлива являются отходы деревообработки. Только в Восточной Сибири ежегодно вырубается около 16 млн. м³ спелой древесины (преимущественно сосны), которая применяется в лесообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности. При существующих способах переработки древесного сырья в целом по России используется лишь около половины биомассы дерева [1].

Проведение исследования по выявлению возможности и эффективности использования растительного сырья с целью получения альтернативных моторных топлив проводилось с использованием процесса медленного пиролиза, который представляет собой постепенное нагревание подготовленного сырья до необходимой температуры с определенной скоростью [2]. Механизм протекания процесса пиролиза растительного сырья представлен на рисунке 1 и заключается в последовательном расщеплении органических соединений согласно представленному порядку: гемицеллюлозы первыми подвергаются термической деструкции в интервале температур 170—260°С, затем идет распад целлюлозы (240-350°С) и лигнина (280-500°С).



Рис. 1 – Схема пиролиза биомассы

Гемицеллюлозы дают при разложении меньше смолы и больше газа, чем целлюлоза. При термораспаде лигнина выше выход ароматических соединений, причем лигнин — ключевой компонент, на основе которого образуются высокомолекулярные смолы. Пиролиз целлюлозы, как обычно считают, протекает по параллельным реакциям, одна из которых является

процессом дегидратации с образованием угля и малых молекул, а другая — реакцией деполимеризации, приводящей к образованию левоглюкозана и смолы в соответствии с рисунком 2.

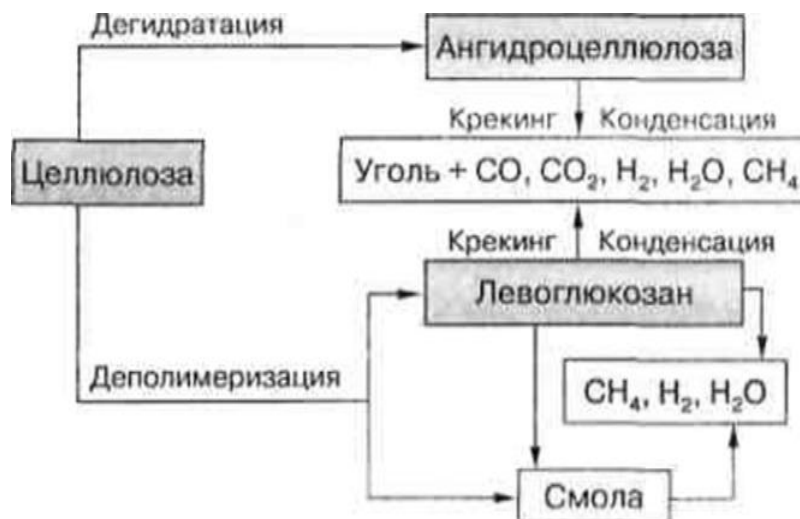


Рис. 2 – Схема реакций пиролиза биомассы

Жидкие продукты пиролиза вызывают большой интерес вследствие их высокой энергетической плотности и потенциальной возможности использования их в качестве жидкого топлива. Жидкость, образующая в результате пиролиза, представляет собой густую черную смолянистую жидкость, выход которой может достигать до 80% массы сухого сырья. Твердый продукт пиролиза представляет собой углистое вещество, выход которого может достигать 30-35% массы сухого сырья. Газообразные продукты пиролиза - это обычно среднекалорийный газ, выход которого может доходить до 70% массы сухого сырья.

Максимальный выход жидкого пиролизата наблюдается при использовании в качестве сырья хвойных опилок более 70 % масс., однако высокий выход жидкого продукта также дают листья кленовые более 65 % масс. и торф более 60 % масс.

Жидкие продукты пиролиза вызывают большой интерес вследствие их высокой энергетической ценности и потенциальной возможности

использования их в качестве жидкого топлива (для жидкого продукта пиролиза была установлена возможность использования его в качестве компонента котельного топлива до 10 %). Вторичными продуктами пиролиза являются энергия, топлива и химические продукты. Хотелось бы отметить, что необходимо выбирать сырье с учетом экономических и экологических особенностей отдельных стран и регионов страны.

Библиографический список

1. Чернышева Н.Д., Кожевникова Ю.В., Чернышева Е.А. Альтернативные виды топлив и возможности их использования в России. – АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2007. № 4 (34). С. 68.
2. Кожевникова Ю.В., Чернышева Е.А., Сердюкова Е.Ю. Основные аспекты исследований по вовлечению альтернативных ресурсов в производство топливных биокомпонентов. – Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2018. № 3. С. 39-43.

УДК 54.547.8

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ НУКЛЕОФИЛА В РЕАКЦИИ С МАЛОНИЛДИХЛОРИДОМ НА МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРАНОКСАЗИНА

Комиссаров В. О., Чернов Н. М., Яковлев И. П.

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
e-mail: vladimir.olegovich51@gmail.com*

INFLUENCE OF THE NATURE OF NUCLEOPHIL IN THE REACTION WITH MALONYL DICHLORIDE ON THE MECHANISM OF FORMATION OF PYRANOXAZINE DERIVATIVES

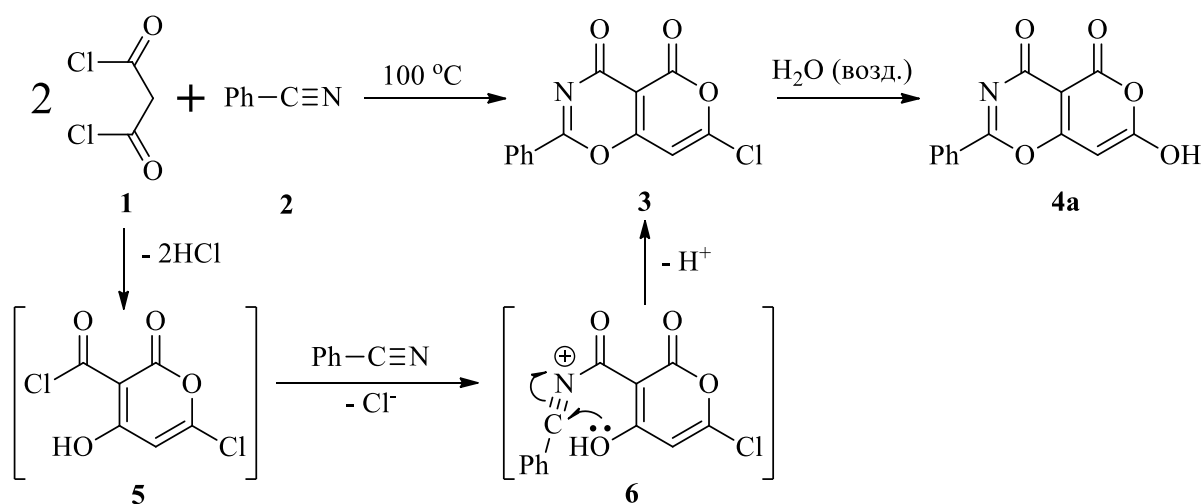
Komissarov V.O., Chernov N.M., Yakovlev I.P.

Saint-Petersburg State University of Pharmaceutical Chemistry

Имея в своей структуре три электрофильных центра, 1,3-оксазин-4-оны при взаимодействии с нуклеофильными реагентами приводят к разнообразным ациклическим и гетероциклическим соединениям, таким как, например, малонамовые кислоты, обладающие гипотензивным действием [1] и 1,2,4-триазолы, обладающие противовирусным действием [2]. Малоизученной группой являются родственные структуры - ненасыщенные оксопроизводные пираноксазинов.

Ранее [3], Дэвис с соавторами показали, что при взаимодействии бензонитрила **1** с малонилдихлоридом **2** образуется 2-фенил-4-гидроксипирано[3,4-*e*][1,3]оксазин-5,7-дион **4a**. Синтез проходит без растворителя при 100 °С (схема 1). По предположению авторов, реакция между малонилдихлоридом и бензонитрилом проходит в две основные стадии. Вначале происходит димеризация малонилдихлорида **1** в 6-хлоро-3-хлорокарбонил-4-гидрокси-2-оксо-2*H*-пиран **5**. Далее этот продукт реагирует с бензонитрилом **2** через интермедиат **6**, образуя 2-фенил-4-гидроксипирано[3,4-*e*][1,3]оксазин-5,7-дион **4a**.

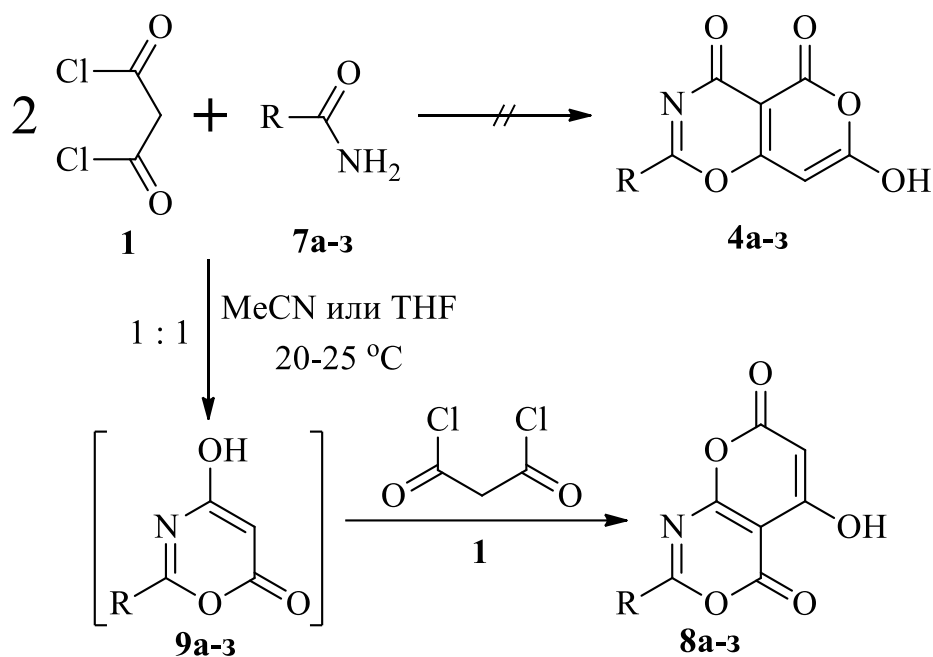
Схема 1



С практической точки зрения амиды карбоновых кислот, в отличие от нитрилов, представляют больший интерес для получения различных производных 1,3-оксазинов. Известно [4], что взаимодействие амидов с монозамещенными малонилхлоридами протекает заметно быстрее и при более низкой температуре, чем аналогичные реакции с нитрилами.

В настоящем исследовании, мы изучили реакцию амидов карбоновых кислот **7a-з** с незамещенным малонилхлоридом **1** [5] в мольном соотношении 1:2 в среде ацетонитрила или тетрагидрофурана при 20-25 °С (схема 2).

Схема 2



R = Ph (а); 4-MePh (б); 4-BrPh (в); 4-NO₂Ph (г); 4-MeOPh (д); 3-MeOPh (е);
PhCH=CH (ж); фуран-2-ил (з)

В качестве продуктов реакции были выделены соединения **8a-3**. Рентгеноструктурный анализ соединения **8в** [6] показал, что мы имеем дело с новым типом структур, принципиально отличающихся от пирано[3,4-*e*][1,3]оксазинов, полученных Дэвисом с соавторами. Было показано, что в нашем случае образуются новые, не описанные в литературе, 2-замещенные 5-гидроксипирано[2,3-*d*][1,3]оксазин-4,7-дионы **8a-3** (схема 2).

На наш взгляд это может быть связано с разной, реакционной способностью нитрилов и амидов по отношению к малонилдихлориду. Если в случае с нитрилами, по данным Дэвиса, определяющей стадией являлась димеризация малонилдихлорида, то в нашем случае бóльшая нуклеофильность амидов **7a-3** приводит к быстрому образованию оксазинов **9a-3**, ацилирование которых второй молекулой малонилхлорида приводит к пираноксазинам **8a-3**.

Таким образом, нами было установлено, что нитрилы и амиды карбоновых кислот в реакции с малонилхлоридом дают разные производные - пирано[3,4-*e*][1,3]оксазины и пирано[2,3-*d*][1,3]оксазины соответственно.

Практические результаты нашей дальнейшей работы будут включать в себя технологию синтеза биологически активных ациклических и циклических соединений путем реакции изучаемых соединений с моно-и бинуклеофильными реагентами.

Библиографический список

1. Лалаев Б.Ю., Яковлев И.П., Кузьмич Н.Н., Ксенофонтова Г.В., Захс В.Э. // ЖОХ. 2010. Т. 80. Вып. 10. С. 1734; Lalaev B. Yu., Yakovlev I. P., Kuz'mich N. N., Ksenofontova G. V., Zakhs V. E. // Russ. J. Gen. Chem. 2010. Vol. 80. N 10. P. 2043.
2. Zaharia V., Silvestru A., Palibroda N., Mogosan C. // Farmacia. –2011. – Vol. 59. N 5. P. 624.
3. Davis, S. J.; Elvidge, J. A., J. Chem. Soc., 1962, P. 3553.
4. W. Ried, H. Nenninger // Synthesis. – 1990. – P. 167.
5. Захс, В.Э. Оксопроизводные 1,3-оксазинов (обзор) / В.Э. Захс, И.П. Яковлев, Б.А. Ивин // Химия гетероциклических соединений. – 1987. – Вып. 11. – С. 1443-1462.
6. Пат. России № 2705183/ В.О. Комиссаров, Н.М. Чернов, Г.В. Ксенофонтова, Т.Л. Семакова, И.П. Яковлев // Оpubл. 05.11.2019. бюл.№31

УДК 662.7

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА НА ОТРАБОТАННЫЕ ГАЗЫ

Конькова С.Н.¹, Марценюк А.Н.¹, Белозерова О.В.¹

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет
e-mail: konkova.snezhana@mail.ru

INFLUENCE OF GASOLINE QUALITY ON EXHAUST GASES

Konkova S.N.¹, Martsenyuk A.N.¹, Belozerova O.V.¹

¹Irkutsk National Research Technical University

В настоящее время в мире эксплуатируется около миллиарда автомобилей, которые потребляют более 70% всей добываемой нефти. Каждые полторы секунды в мире с конвейера сходит новый автомобиль [1].

Начиная с прошлого столетия, учёные пришли к выводу, что одним из основных источников загрязнения окружающей среды является автомобильный транспорт.

Пути решения проблемы включает в себя ряд задач:

- Усовершенствование двигателей внутреннего сгорания;
- Создание современных каталитических нейтрализаторов, входящих в систему выпуска отработавших газов;

- Поиск новых присадок к топливам;
- Повышение экологичности получаемых топлив и т.д.

Так, современный мир автомобилей с ДВС переходят на более высокооктановое топливо. Образующиеся выхлопные газы представляют собой сочетание большого количества химических соединений, которые представляют опасность для организма человека.

Например, монооксид углерода (СО) представляет собой бесцветный газ без запаха несколько легче воздуха. Вредность его заключается в том, что, попадая в лёгкие человека, он образует довольно стойкое соединение с гемоглобином крови, так называемый карбоксигемоглобин. При концентрации СО до 0,04% атмосферного воздуха у человека наступает головная боль, тошнота [2].

Отработанные газы (ОГ) напрямую зависят от химического состава бензина. Вовлечение кислородосодержащих соединений (оксигенатов) в состав топлива увеличивает ресурсы высокооктановых компонентов, необходимых при выпуске неэтилированных бензинов. Наиболее часто в бензин добавляют метилтретбутиловый эфир, который имеет более низкую фотохимическую активность, чем большинство углеводородов, содержащихся в бензинах. Кислород, содержащийся в оксигенатах, способствует обеднению состава смеси и уменьшению содержания СО в ОГ [3].

Цель данной работы показать возможность использования бутилового спирта нормального строения в рецептуре автомобильных бензинов и о влиянии на выход оксида углерода в ОГ.

В ходе исследования влияния н-бутилового спирта на автомобильный бензин марки АИ-92 установлено улучшение эксплуатационных показателей бензина, то есть увеличение октанового числа по моторному и исследовательскому методу на 3,1 – 4,3 единицы. Полученные данные представлены на диаграмме (рис. 1):

МОТОРНЫЙ МЕТОД

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕТОД

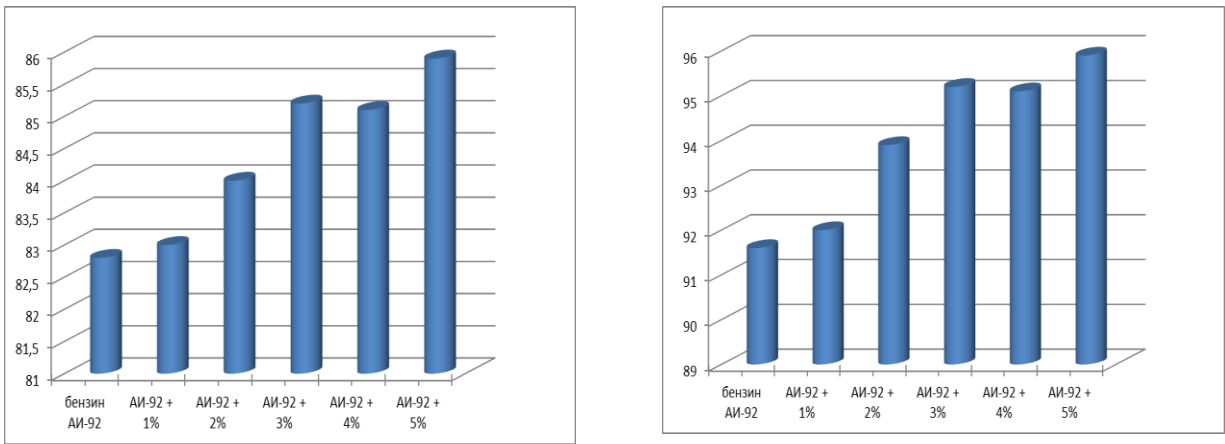


Рис. 1 – Диаграмма изменения октанового числа бензина AI-92 с добавлением н-бутилового спирта

Добавление н-бутилового спирта в бензин улучшает экологические показатели по ОГ, происходит снижение концентрации СО при добавлении 3% и 4% спирта, результаты представлены на диаграмме (рис. 2).

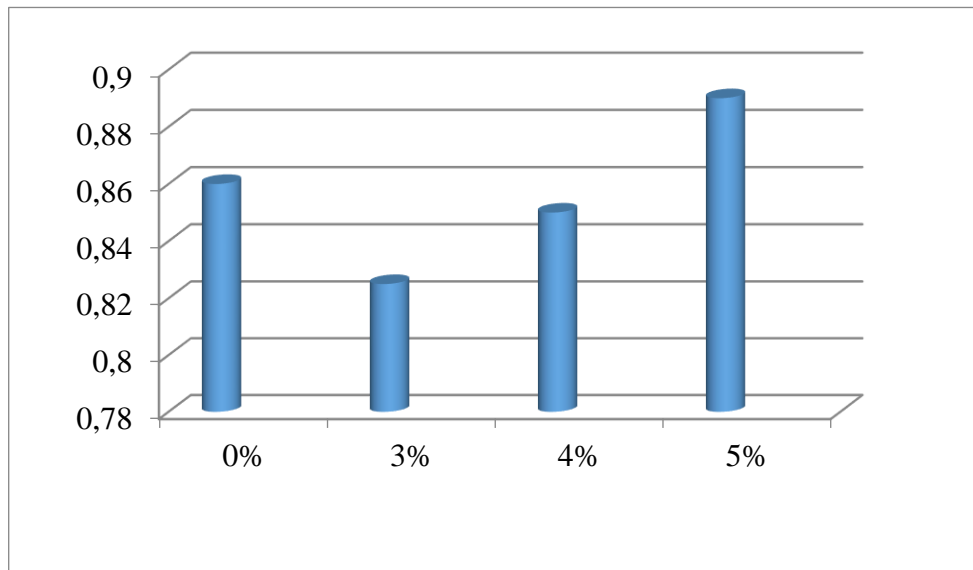


Рис. 2 – Диаграмма концентрации СО в отработавших газах бензина AI-92 с н-бутиловым спиртом

Таким образом, проблема по снижению ОГ в окружающую среду очень актуальна и один из возможных путей решения – это подбор рецептуры топлива позволяющий уменьшить экологическую нагрузку в городах.

Библиографический список

1. Морозов В.А., Морозова О.Н. Совершенствование эффективности и экологичности двигателей внутреннего сгорания //Инженерный вестник Дона, 2016. №1(40). С. 5
2. Исаенко П.В., Исаенко В.Д., Аметов В.А. Автотранспортная экология: учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2006. – 240 с.
3. Бакалейник А.М., Емельянов В.Е. Влияние качества бензинов на величину загрязняющих выбросов автомобилей //Экология и промышленность России, 2006. №7. С. 29-31.

УДК 622.692.4

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДЗЕМНОГО МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА НА УЧАСКАХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С АТР.

Котломин Н.Е.¹, Ревазов А. М.¹

¹ *Российский государственный университет нефти и газа имени (НИУ) И.М. Губкина*

e-mail: nikolay.nikolay18@bk.ru

RECOMMENDATIONS TO IMPROVE THE STABILITY OF UNDERGROUND MAIN PIPELINE AT THE INTERACTION SECTIONS WITH ATF.

Kotlomin N.E.¹, Revazov A.M.¹

¹ *National University of Oil and Gas «Gubkin University»*

Подземные магистральные трубопроводы являются основными источниками транспортировки нефти и газа. Отказ трубопровода в следствии аварии может сильно повлиять не только экономически (потери перекачиваемого топлива, необходимость проведения аварийно-восстановительных работ, нарушение режимов эксплуатации) [2] а также повлечь за собой экологические риски, связанные с загрязнением окружающей среды. Наиболее важными факторами способными повлиять на целостность трубопровода в сейсмически опасных зонах являются: неустойчивость склонов, распространение сейсмических волн, разжижение грунта, пересечение активных тектонических разломов (АТР). В свою очередь именно АТР были определены как основные причины аварий, связанные с сейсмической активностью.

В случае, если трасса трубопровода проходит в сейсмически опасных зонах, как правило она пересекает участки с активными тектоническими разломами (АТР). Типичное пересечение трубопроводом АТР показано на рисунке 1. Основные геометрические свойства такого пересечения — это угол β под которым трубопровод пересекает разлом и угол смещения разлома ψ .

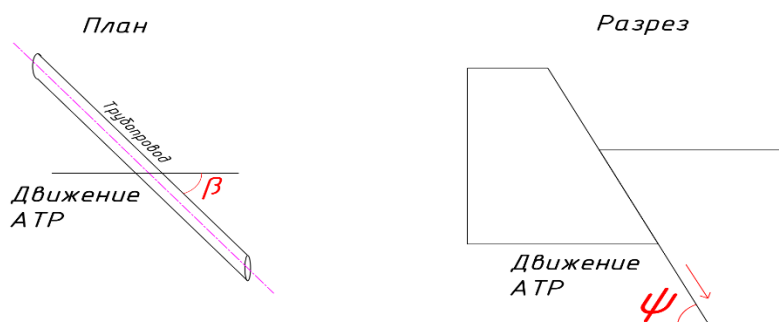


Рис. 1 – Пересечение трубопроводом АТР.

В результате движения разлома возникают сильные вертикальные и горизонтальные деформации грунтов, что может стать причиной аварии трубопровода.

Первое вызвано напряжением сжатием, а второе – подвергается растягивающим деформациям, которые в основном влияют на целостность сварных швов

Потенциально серьезные последствия, связанные с пересечением подземного трубопровода АТР, ставят необходимость в разработке мероприятий с целью его надежной и безопасной эксплуатации.

Как правило, необходимо избегать пересечений с АТР на этапе выбора маршрута трассы трубопровода. В существующих нормативных документах по проектированию рекомендуется выполнять надземную прокладку трубопроводов при пересечении участков с активными тектоническими разломами. Вместе с тем в настоящее время имеется большое количество подземных трубопроводов, пересекающих зоны АТР. В действующих нормативных документах отсутствуют методики расчета и рекомендации по подземной прокладке трубопроводов на таких участках. В связи с этим встает

задача по разработке дополнительных мероприятий по повышению устойчивости подземного трубопровода на участках пересечения АТР с целью его безопасной и надежной эксплуатации. Эти мероприятия обычно направлены либо на уменьшение взаимодействия трубы с грунтом (засыпку траншеи рыхлым грунтом), либо на повышение прочности трубы (увеличение толщины стенки трубопровода). [1]. Мероприятия по защите подземного трубопровода при пересечении АТР указано на Рисунке 2.

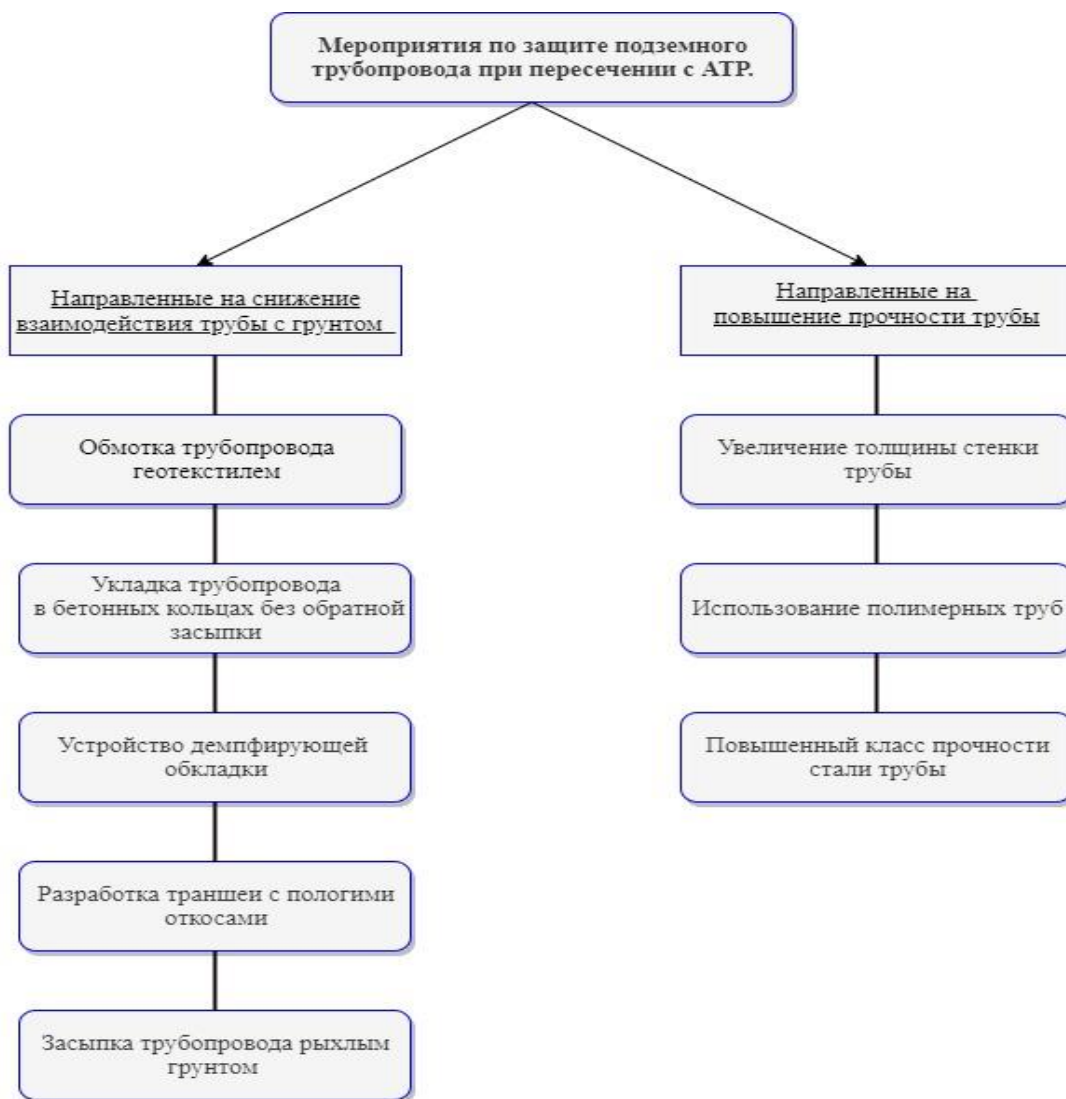


Рис. 2 – Мероприятия по защите подземного трубопровода при пересечении АТР.

В данной работе были рассмотрено воздействие тектонических разлом на подземные трубопроводы и обобщены рекомендации по подземной прокладке трубопровода на участках пересечения с АТР с целью его безопасной и надежной эксплуатации.

Библиографический список

1. Котломин Н.Е., Ревазов А.М. Учет влияния сейсмической опасности на объекты магистрального трубопроводного транспорта нефти и газа. Сборник тезисов IX Международной научно-технической конференции Новополюцк-I, 2018, С. 91
2. Ha, D., Abdoun, T. H., O'Rourke, M. J., Symans, M. D., O'Rourke, T. D., Palmer, M. C., et al. (2010). Earthquake faulting effects on buried pipelines – Case history and centrifuge study. J. Earthq. Eng. 14, 646–669.

УДК 622.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ

Кузнецов В.В.¹, Александрова Т.Н.¹

¹*Санкт-Петербургский горный университет*
e-mail: valentinvaldimovichkuznetsov@gmail.com

STUDY OF THE SULPHIDE MINERALS FLOATABILITY

Kuznetsov V.V.¹, Aleksandrova T.N.¹

¹*Saint-Petersburg mining university*

В последние десятилетия промышленность большинства стран мира столкнулась с проблемой истощения богатых месторождений металлов, что создаёт необходимость вовлечения в переработку руд с низкими содержаниями полезных компонентов и технологическими особенностями, осложняющими их обогащение. Решению проблем обогащения данных руд посвящены многие современные исследования [1-3].

Основные запасы цветных и благородных металлов сконцентрированы в сульфидных рудах, наиболее эффективное обогащение которых реализуется с помощью флотации. Несмотря на относительно глубокую изученность сульфидной флотации возрастающие требования к комплексности использования сырья требуют повышения эффективности обогатительных переделов. Это может быть достигнуто за счёт выбора реагентов-собирателей наиболее селективно повышающих флотационную способность сульфидных минералов.

В практике сульфидной флотации широкое распространение в качестве собирателей получили производные ксантогеновой кислоты и дитиофосфаты.

Их гидрофобизирующее действие обусловлено преобладанием химической формой сорбции, заключающейся в образовании малорастворимых соединений ионов металлов на поверхности минералов [4].

Принцип оценки гидрофобизирующей способности реагентов состоит в анализе термодинамической возможности элементарного акта флотации, под которым понимают закрепление частицы на пузырьке с образованием трёхфазного контакта [5].

Для оценки термодинамической вероятности флотации был введен показатель флотируемости F , рассчитываемый из выражения при приведении изменения свободной энергии к площади контакта газ-твёрдое.

Если принять, что деформация пузырьков в процессе флотации мала, показатель флотируемости можно рассчитать [6]:

$$F = \sigma_{г-ж} * (1 - \cos\theta) \quad (1)$$

Таким образом, задача определения показателя флотируемости минералов сводится к определению краевого угла смачивания. Исследования флотационной способности проводились для случаев применения бутилового ксантогената калия, дитиофосфата и без применения реагентов-собираелей. Были подготовлены образцы чистого пирита, крупностью + 3 мм со свежесформованным сколом. Образец погружали в мерный цилиндр с приготовленным реагентом собирателем в концентрации 5 г/л и держали в растворе на протяжении 2 минут. На образец поочерёдно наносили по 7 капель, каждый раз при помощи высокоскоростной съёмки на установке DSA-25 KRUSS автоматически замерялся краевой угол смачивания (рис.1,2,3).

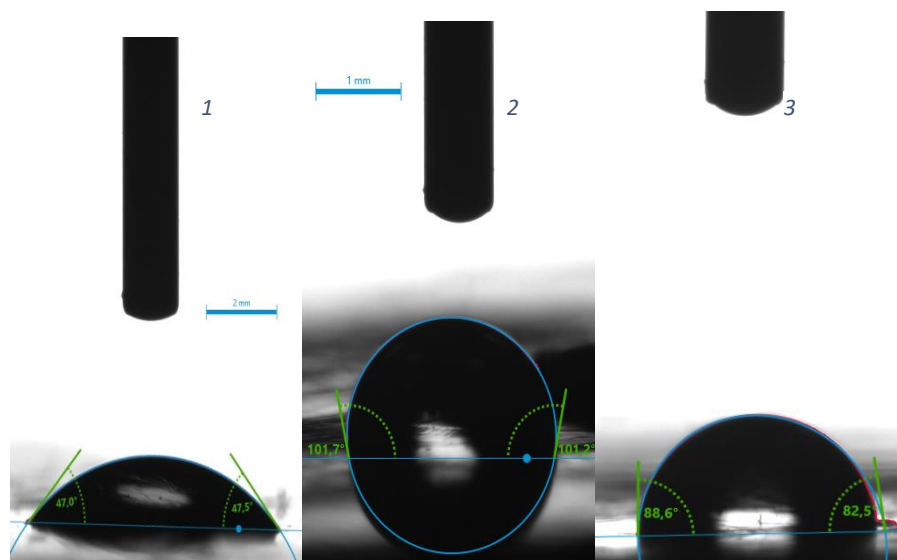


Рис. 1 – Краевой угол смачивания на границе раздела вода-пирит: 1- без обработки поверхности собирателем, 2 - при обработке поверхности бутиловым ксантогенатом калия, 3 – при обработке дибутилдитиофосфатом натрия.

При обработке пирита бутиловым ксантогенатом калия средний показателей флотуемости составил 0,0838. При обработке пирита дибутилдитиофосфатом натрия средний показателей флотуемости составил 0,0568. Средний показатель флотуемости для необработанной поверхности составил 0,0193. Исходя из этого, наибольшую флотационную способность пирит имеет в случае применения бутилового ксантогената калия.

Таким образом, оценка гидрофобизирующей способности позволяет на первичных этапах разработки технологий флотационного обогащения полезных ископаемых сузить круг потенциальных реагентов-собирателей, выявив закономерности механизма сорбции реагента на поверхности минералов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-55-12002.

Библиографический список

1. Александров А.В., Афанасова А.В., Крижановская Д.А. Анализ термогравиметрических данных углеродсодержащих материалов для обоснования технологий переработки//Горный Информационно-Аналитический Бюллетень (Научно-Технический Журнал). 2018.№ S56. С. 35-43.
2. Николаева Н.В., Таранов В.А., Афанасова А.В. Исследование Прочностных Свойств Руды При Проектировании Циклов Рудоподготовки // Горный Журнал. 2015. № 12. С. 9-13.

3. Николаева Н. В. и др. Интенсификация технологий разупрочнения и дезинтеграции полидисперсных минеральных комплексов различного генезиса с использованием мельниц IsaMill //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – №. 10.

4. Чантурия В. А., Вигдергауз В. Е. Электрохимия Сульфидов. Теория И Практика Флотации //М.: Руда И Металлы. 2008б. – 1993.

5. Кондратьев С. А., Мошкин Н. П., Коновалов И. А. Оценка Собирательной Способности Легко Десорбируемых Форм Ксантогенатов //Физико-Технические Проблемы Разработки Полезных Ископаемых. – 2015. – №. 4. – С. 164-173.

6. Мелик-Гайказян В. И. и др. Методы исследования флотационного процесса //Недра. – 1990.

УДК 547.914.7

СИНТЕЗ ФТОРАЛКИЛОВЫХ ЭФИРОВ БЕТУЛОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Кулакова Е.Ю., Руденок Ю.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: yulenox@yandex.ru*

THE SYNTHESIS OF FLUOROALKYLBETULONOATES

Kulakova E.Yu., Rudenok Yu.S.

*Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
Higher School of Technology and Energy*

Бетулоновая кислота является продуктом окисления обеих гидроксильных групп одного из наиболее распространенных в растительном мире терпеноидов, бетулина **1**. Бетулоновая кислота **2** и ее производные, в том числе сложные эфиры, проявляют противовирусную, противоопухолевую, гепатопротекторную, противовоспалительную, антимикробную и иммуностропную активности [1 - 6]. Однако в литературе фактически не представлены сложные эфиры типа $RC(O)OR^F$, где R – остаток бетулоновой кислоты. В то же время известно [7], что наличие атомов фтора в молекулах органических соединений значительно влияет на биологические свойства веществ: расширяет спектр физиологической активности, изменяет липофильность, биодоступность и их относительную метаболическую устойчивость по сравнению с нефторированными аналогами. Поэтому актуальным направлением модификации бетулоновой кислоты **2** является получение ее фторированных сложных эфиров.

Нами впервые синтезированы трифторэтилбетулоноат **4** и тетрафторпропилбетулоноат **5** взаимодействием хлорангидрида бетулоновой кислоты **3** с алкоголями соответствующих фторированных спиртов. Данный подход является альтернативным реакции этерификации бетулоновой кислоты спиртами, которая требует присутствия сильных кислот в качестве катализаторов, что может привести к изомеризации углеродного скелета исходного терпеноида (рис. 1).

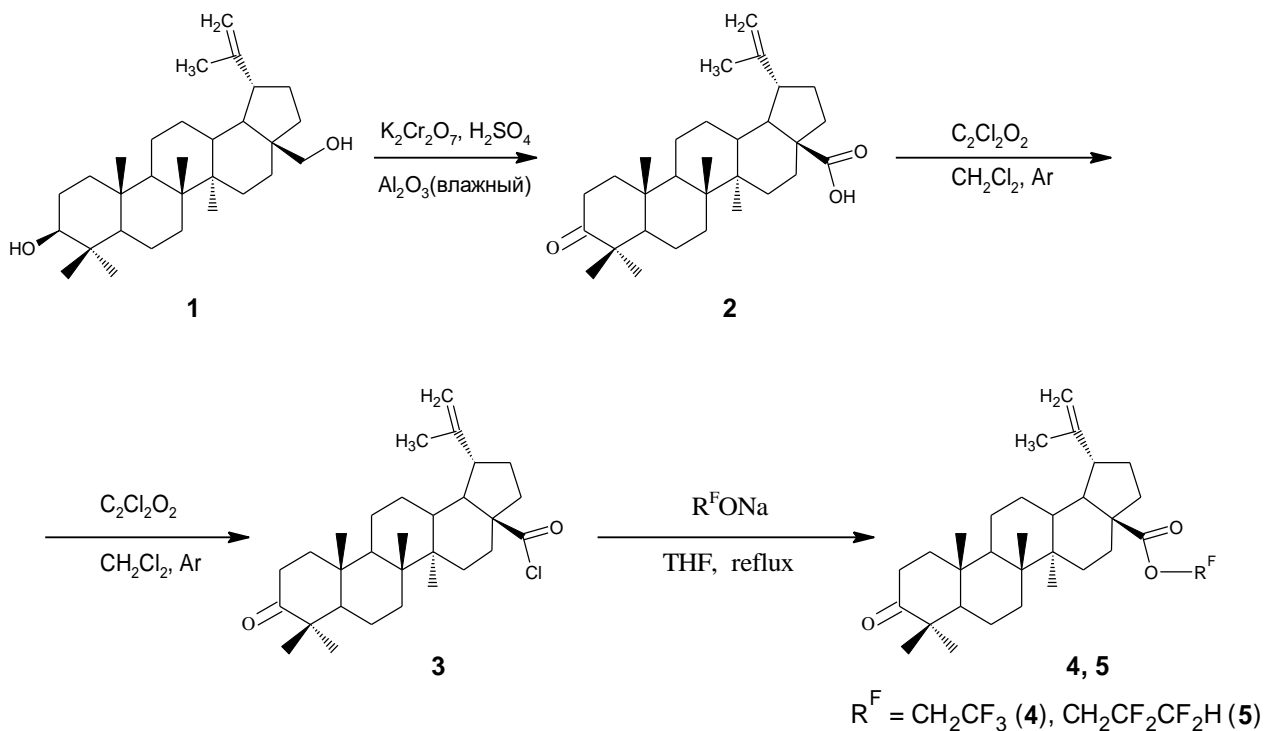


Рис. 1 – Схема синтеза бетулоновой кислоты и ее производных

Строение полученных продуктов **4**, **5** доказано с помощью ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{19}F спектроскопии.

Научный руководитель – профессор Тришин Ю.Г.

Библиографический список

1. Tolmacheva, I.A. Synthesis and antiviral activity of 2,3-seco-derivatives of betulonic acid / I.A. Tolmacheva, V.V. Grishko, E.I. Boreko, O.V. Savinova, N.I. Pavlova // Chem. Nat. Compd.– 2009.– 45.– P. 673–676.
2. Kazakova, O.B. Synthesis and the antineoplastic activity of imidazolides of betulonic acid / O.B. Kazakova, N.I. Medvedeva, T.V. Lopatina, G.N. Apyrshko, R.B. Pugacheva, N.P. Yavorskaya, I.S. Golubeva, G.A. Tolstikov // Russ. J. Bioorg. Chem. – 2015. – 41. – P. 305-314.
3. Yang, S.-J. Synthesis and biological evaluation of betulonic acid derivatives as antitumor agents / S.-J. Yang, M.-C. Liu, Q. Zhao, D.-Y. Hu, W. Xue, S. Yang // Eur. J. Med. Chem. – 2015. – 96. – P. 58–65.

4. Semenov, D.E. Hepatoprotective Properties of Betulonic Acid Amide and Heptral in Toxic Liver Injury Induced by Carbon Tetrachloride in Combination with Ethanol. / D.E. Semenov, N.A. Zhukova, E.P. Ivanova, I.V. Sorokina, D.S. Baiev, G.I. Nepomnyashchikh, T.G. Tolstikova, M.S. Biryukova //Bull. Exp. Biol. Med. – 2015. – № 158. – P. 336–341.

5. Govdi, A.I. Betulonic acid-peptide conjugates: Synthesis and evaluation of anti-inflammatory activity / A.I. Govdi, S.F. Vasilevsky, N.V. Sokolova, I.V. Sorokina, T.G. Tolstikova, V.G. Nenajdenko //Mendeleev Commun. – 2013. – 23. – P. 260–261.

6. Dinh Ngoc, T. Synthesis of triterpenoid triazine derivatives from allobetulone and betulonic acid with biological activities. Bioorg / T. Dinh Ngoc, N. Moons, Y. Kim, W. de Borggraeve, A. Mashentseva, G. Andrei, R. Snoeck, J. Balzarini, W. Dehaen // Med. Chem. – 2014. – 22. – P. 3292–3300.

7. Исикава, Н. Фтор: Химия и применение / Пер с японск. / Н. Исикава, Е. Кобаяси. М: Мир. – 1982. – 276 с.

УДК 691.175; 622.24.063

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦПОЛИДИМЕТИЛДИАЛЛИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА НА ПОКАЗАТЕЛЬФИЛЬТРАЦИИ

КуляшоваИ.Н.¹, БегалиеваР.С.², ДжакуповаЖ.Е.², БадиковаА.Д.¹,
МустафинаА.Г.³, ФединаР.А.¹

¹ ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

² Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

³ ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет

e-mail: irina-0472@yandex.ru

THE STUDY OF THE EFFECT OF POLYDIMETHYLDIALLYLAMMONIUM CHLORIDE PARTICLE SIZE ON THE FILTRATION RATE

Kulyashova I.N.¹, Begalieva R.S.², Dzhakupova Zh.E.², Badikova A.D.¹,
Mustafin A.G.³, Fedina R.A.¹

¹Ufa State Petroleum Technological University

²L. N. Gumilev Eurasian National University

³BashkirStateUniversity

На текущем этапе развития технологии и строительства нефтяных и газовых скважин буровой раствор – это сложная дисперсная система с регулируемыми физико-химическими и технологическими свойствами [1]. Основным средством регулирования является химическая обработка с помощью различных реагентов, в том числе понизителей фильтрации.

Полидиметилдиаллиламмоний хлорид (далее – ПДМДААХ) представляет собой высокомолекулярный катионный полимер линейно-

циклической структуры [2], водорастворимый, сочетающий в себе высокую поверхностную активность и флокулирующую способность. Наличие этих свойств обуславливают применение ПДМДААХ в качестве реагента-понижителя водоотдачи при бурении неустойчивых глинистых пород и вскрытии продуктивных пластов [3].

Эффективность действия полимерного реагента, как понизителя водоотдачи, обусловлена размером, конфигурацией, гидрофильностью макромолекулы и т.д. [4].

С целью изучения структуры макромолекулы ПДМДААХ, полученного путем радикальной полимеризации мономера под действием пероксидных инициаторов [5, 6], было исследовано распределение частиц по размерам. В качестве промышленного аналога выбран реагент HTS-1 (производитель: Китай). Состав исследуемых образцов представлен в табл.1.

Таблица 1

Состав образцов

№образца	Мономер : инициатор
1	диметилдиаллиламмоний хлорид :персульфат аммония
2	диметилдиаллиламмоний хлорид :пероксид водорода
3	диметилдиаллиламмоний хлорид :персульфат:пероксид водорода
4	промышленный аналог HTS-1(Китай)

Распределение частиц по размерам было определено с помощью лазерного анализатора SALD – 7101. Первоначально в кювету помещалась дистиллированная вода и проводился «холостой опыт». Далее вводились образцы ПДМДААХ и HTS-1 в количестве 0,1-0,3 мл на 10 мл растворителя. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

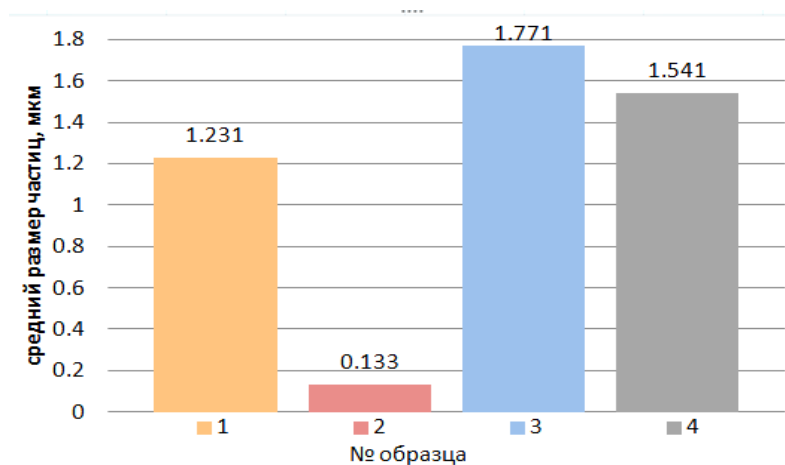


Рис. 1 – Гистограмма распределения частиц по средним размерам в опытных образцах

Из гистограммы видно, что в экспериментальных образцах ПДМДААХ наибольший диаметр частиц имеет образец №3 – 1,7 мкм, полученный в процессе полимеризации с применением последовательного ввода инициаторов: персульфата аммония и пероксида водорода. Диаметр частиц промышленного аналога составил 1,5 мкм.

Для сравнения эффективности действия экспериментальных образцов ПДМДААХ, в качестве реагента-понижителя фильтрации, определяли водоотдачу глинистого бурового раствора (табл. 2), приготовленного на основе бентонитового глинопорошка марки ПБМВ [7].

Таблица 2

Сравнительные значения показателя фильтрации

№ п/п	Состав раствора	Показатель фильтрации, см ³
1	Исходный глинистый раствор (ИГР)	38,0
2	ИГР + 10 % эксп. образец № 1	8,2
3	ИГР + 10 % эксп. образец № 2	10,0
4	ИГР + 10 % эксп. образец № 3	4,2
5	ИГР + 10 % пром. аналог (HTS-1)	4,5

Результаты исследования показывают, что введение в глинистый буровой раствор экспериментального образца № 3, имеющего наибольший средний диаметр частиц, наиболее эффективно снижает показатель фильтрации – 4,2 см³ относительно экспериментальных образцов № 1 – 8,2 см³ и № 2 – 10,0 см³ и промышленного аналога HTS-1 – 4,5 см³.

На основании проведенных исследований установлено влияние размера частиц полидиметилдиаллиламмоний хлорида на способность полимера эффективно снижать показатель фильтрации глинистого бурового раствора.

Библиографический список

1. Минаев К.М. и др. Сравнительное исследование понизителей фильтрации на основе карбоксиметильных эфиров крахмала и целлюлозы в современных системах буровых растворов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг ресурсов. 2018. Т.329. № 5. С. 57-66.
2. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Химия», 1975. – 512 с.
3. Патент 2492208 Российская Федерация, МПК С 09К 8/24. Катионноингибирующий буровой раствор / Гайдаров М. М-Р., Шарафутдинов З.З., Хуббатов А.А., Мирсаянов Д.В., Полищученко В.П. Заявл. 24.10.2011; опубл. 10.09.2013. Бюл. № 25. – 5с.
4. Осовская И.И., Антонова В.С. Вязкость растворов полимеров: учебное пособие. Изд-е 2-е, доп./ ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2016. – 62 с.
5. Калимуллин Л.И., Исламутдинова А.А., Даминев Р.Р. Усовершенствование технологии получения полидиаллилдиметиламмоний хлорида // Башкирский химический журнал. 2014. Т. 21. № 2. С. 79-81.
6. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. - М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2006. – 704с.
7. РД 39-00147001-773-2004 Методика контроля параметров буровых растворов. – Краснодар, 2004. – 58 с.

УДК 678:661.12

СВОЙСТВА ДЕКСТРИНА-ПОЛИМЕРНОГО НОСИТЕЛЯ ПРЕПАРАТОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Лебедева А.В., Осовская И.И.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: iraosov@mail.ru*

PROPERTIES OF DEXTRIN-POLYMER CARRIER OF MEDICO- BIOLOGICAL PREPARATIONS

Lebedeva A.V., Osovskaya I. I.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

Декстрин ($C_6H_{10}O_5$)_n является продуктом модификации крахмала. Свойства природного крахмала могут быть направленно изменены и

модифицированы путем различных химических или биологических воздействий. В результате получают молекулярные структуры различной сложности.

Декстрин является продуктом глубокого расщепления сухого крахмала в результате термической обработки в присутствии катализатора или без него. В качестве катализатора используются минеральные кислоты (например: HCl, щелочи, соли - алюминиево-калиевые квасцы). При этом происходит декстринизация полисахаридных цепей крахмала, то есть расщепление α -1,4 и α -1,6-глюкозидных связей. Кроме того, наблюдается отщепление молекул воды от остатков глюкозы с получением ангидридов, что может привести к образованию новых поперечных связей между соседними полисахаридными цепями (происходит сшивка соседних молекул между собой) [1,2].

Декстрин находит свое применение в медицине и смежных областях; он используется в производстве медицинских препаратов, в качестве связующего вещества или наполнителя в составе таблеток в связи со способностью разрушаться под действием ферментов крови с выделением продуктов распада из организма. Однако есть и минусы применения растворов декстрина в медицине. Растворы декстрина дают так называемый силиконизирующий эффект. Среднемолекулярные и, особенно, высокомолекулярные фракции растворов декстрина вызывают его высокую вязкость и могут приводить к развитию почечной недостаточности. Кроме того, возможны аллергические реакции. Возможно это связано с наличием примесей, полученных в результате синтеза [3].

Целью данной работы является изучение физико-химических свойств декстрина для совершенствования его синтеза и получения препарата с направленно необходимыми свойствами. На данном этапе в работе получены следующие характеристики декстрина: насыпная плотность – 1,1, вязкость, растворимость при различных температурах и pH. Экспериментальные результаты представлены в табл. 1,2.

Таблица 1

Влияние рН на время растворения 1,0 % водного раствора декстрина при различных температурах

№ п/п	рН	Температура °С	Время растворения, мин
1	6,0		7,12
2	4,1		4,28
3	10,2		6,0
4	6,0		2,9
5	4,1		1,5
6	10,22		2,1

Как видно из табл. 1, декстрин достаточно быстро растворяется в воде при любых рН, можно отметить более быстрое растворение в кислой среде. При 60 °С растворяется мгновенно. Влияние рН на условную вязкость водного раствора декстрина представлено в табл. 2. Из таблицы видно аномально высокое влияние рН на условную вязкость в сравнении с другими водорастворимыми полисахаридами.

Таблица 2

Влияние рН на условную вязкость водного раствора декстрина

Концентрация раствора, %	Диаметр капилляра, мм	Условная вязкость при различных рН, сек.; T=25 °С		
		рН=6,5	рН=4,2	рН=10,2
0,1	2,0	5,6	22,1	30,3
	2,0	50,8	80,1	52,1
	6,0	4,7	4,2	3,5

Поверхностные свойства декстрина являются необходимыми показателями для его применения. Измерение поверхностного натяжения определяли на приборе Дю-Нуи (рис. 1).

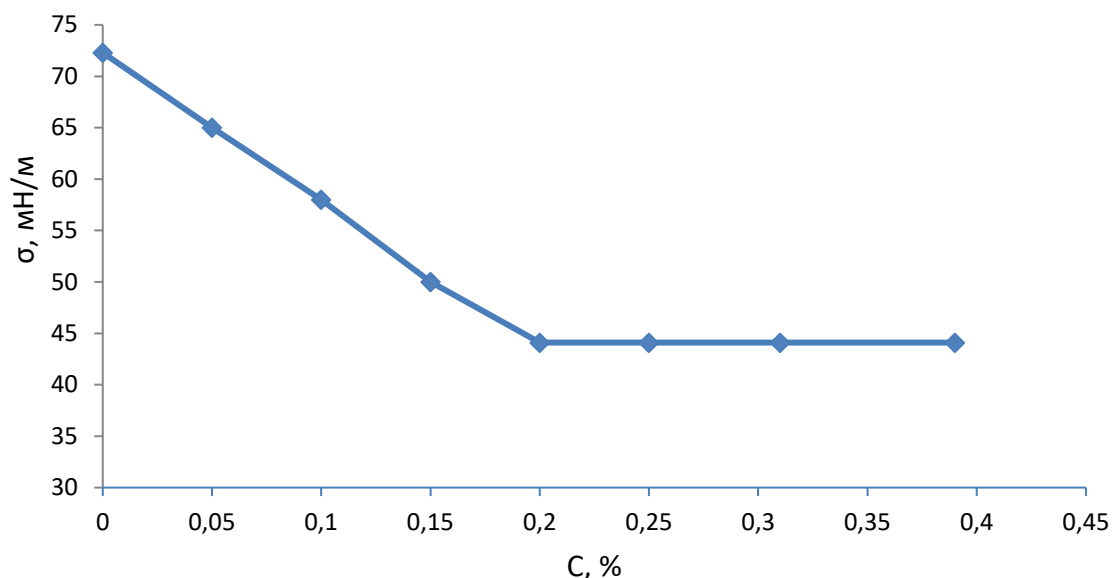


Рис. 1 – Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора декстрина.

$$\sigma_0(\text{H}_2\text{O})=72,3, \text{ мН/м при } T=22^\circ \text{ C, } \sigma_{\text{ККМ}}=44,1, \text{ мН/м, } C_{\text{ККМ}}=0,2, \%$$

σ_0 - поверхностное натяжение воды на границе с воздухом, мН/м;

$C_{\text{ККМ}}$ - критическая концентрация мицеллообразования.

Основные выводы:

1. Анализ литературы показал, что декстрин является противоречивым препаратом при использовании в медицине. Большое внимание при синтезе декстрина необходимо уделять чистоте и молекулярной массе продукта.

2. Установлено быстрое растворение полимера и достаточно высокая условная вязкость, аномально высокое влияние рН на условную вязкость в сравнении с другими водорастворимыми полисахаридами.

Библиографический список

1. Современные вспомогательные вещества в изготовлении лекарств / Ю.В. Шикова и др. // Фармация. – 2011. – № 6. – С. 39–42.
2. Трегубов Н.Н., Жарова Е.Я., Жушман А.И., Сидорова Е.К. Технология крахмала и крахмалопродуктов.- 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 472 с.
3. BeMiller, J. N.; Whistler, R. L. (Eds). Starch: Chemistry and Technology. 3rd edition. Academic Press. Elsevier, 2009.-584с.

**СОЗДАНИЕ ВУЛКАНИЗАТОВ НА ОСНОВЕ
ПОЛИФЕНИЛСИЛСЕСКВИОКСАН-
ПОЛИДИОРГАНСИЛОКСАНОВЫХ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ**

Литвинов М.Ю.¹, Брацыхин Ю.Ю.², Осовская И.И.¹

¹*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики*

²*Научно-исследовательский институт синтетического каучука им. С.В.Лебедева
e-mail: mikhail.litvinov.1996@mail.ru*

**CREATION OF VULCANIZATES BASED ON
POLYPHENYLSILSESQUIOXANE POLYDIORGANOSILOXANE
BLOCK COPOLYMERS**

Litvinov M. Yu.¹, Bratsykhin Yu. Yu.², Osovskaya I. I.¹

¹*Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design*

²*S.V. Lebedev Institute of Synthetic Rubber*

В настоящее время существует целый класс блок-сополимеров, содержащих в качестве жесткого блока полифенилсилсесквиоксан, имеющий двухтяжевую лестничную структуру. Особый интерес вызывают полифенилсилсесквиоксанполидиоргансилоксановые (ПФССО-ПДОС) блок-сополимеры, которые благодаря своим уникальным свойствам используются в качестве основы перспективных термоморозостойких покрытий и вулканизатов, отличающихся высокими упруго-прочностными, адгезионными и электроизоляционными характеристиками [1-2].

Целью данной работы было создание термостойких вулканизатов на основе ПФССО-ПДОС блок-сополимера и исследование свойств полученных материалов.

Исследуемые блок-сополимеры получали согидролизом фенилтрихлорсилана и α, ω -дихлоролигодиметилсилоксана в среде толуола, после проводили гомофункциональную конденсацию нейтрального раствора гидролизата в присутствии органического амина [3]. Соотношение реагентов $\text{PhSiCl}_3:\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}$ берется от 24,5 до 49:1.

В ходе исследования изготовлены вулканизаты горячего отверждения согласно рецептуре [4] в качестве вулканизирующего агента использовали дифенилгуанидин. Термостойкость вулканизатов оценивали по испытанию на

ускоренное старение (ГОСТ 188-2013), посредством термостатирования резин 24 часа при 350 °С. Упруго-прочностные характеристики пленок и вулканизатов оценивали по ГОСТ 270–75. В табл. 1 представлены физико-механические показатели образцов резин.

Таблица 1

Физико-механические свойства резин на основе блок-сополимера

Свойства	Стандартные условия	После термического старения (24 ч 350 °С)
ε_p , %	140-208	70-110
θ , %	5-11	4-6
f_p , МПа	3,4-5,8	3-4,5
ε_p – относительное удлинение при разрыве; θ – относительное остаточное удлинение после разрыва; f_p – условная прочность при растяжении		

Из данных табл. 1 видно, что вулканизаты на основе блок-сополимера обладают высокими физико-механическими показателями и не теряют свою работоспособность при длительном воздействии высоких температур (350 °С). Следует отметить, что изучение степени сохранения эластических свойств при эксплуатации в высоких температурах показывает ощутимое термостабилизирующее влияние жесткого блока на гибкие диметилсилоксановые участки. При этом эластические свойства тем выше, чем меньше содержание ПФССО звеньев, что еще более отчетливо видно при длительном термостатировании образцов резин (рис. 1).

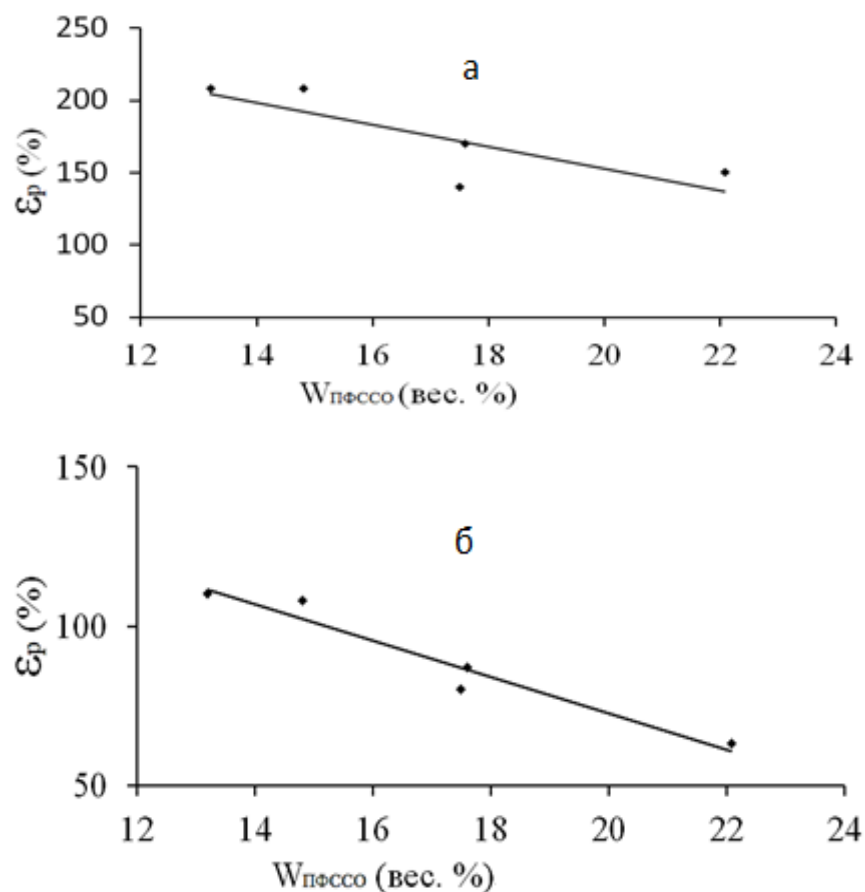


Рис. 1 - Зависимость относительного удлинения от содержания ПФССО в блок-сополимере: а – вулканизированные резины, б – резины после термического старения

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы: получены термостойкие вулканизаты горячего отверждения на основе ПФССО-ПДОС блок-сополимеров, проведено исследование свойств данных материалов. Установлено, что сложный полифункциональный состав макромолекул блок-сополимера влияет на свойства резиновых смесей.

Возможности дальнейших исследований мы видим в выявлении оптимального состава резиновой смеси с целью получения необходимой структуры формируемой вулканизационной сетки, а также в повышении термостойкости и эксплуатационных характеристик представленных материалов.

Библиографический список

1. Laine R., Roll M. Polyhedral Phenylsilsesquioxanes. // *Macromolecules*. – 2011. - V.44. - №. 5. - P. 1073-1109.

2. Хорошавина Ю.В, Французова Ю.В., Николаев Г.А. Свойства вулканизатов на основе полифенилсилсесквиоксан-полидиметилсилоксанового блок-сополимера. // Каучук и резина. – 2015. - №.1 – С. 10.

3. Способ получения полифенилсилсесквиоксанполидиорганосилоксановых блоксополимеров: пат. 2142478 Рос. Федерация: МПК С08G 77/06.

4. Термостойкая композиция на основе силоксанового блоксополимера: пат. 2196154 Рос. Федерация: МПК МПК С08L 83/00.

УДК 544.22

ПОЛУЧЕНИЕ ФАЗЫ ПИРОХЛОРА В СИСТЕМЕ $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Ломакин М.С.^{1,2}, Проскурина О.В.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

e-mail: lomakinmakariy@gmail.com

HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF THE PYROCHLORE PHASE IN THE $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ SYSTEM

Lomakin M.S.¹, Proskurina O.V.²

¹Saint-Petersburg state institute of technology(technical university)

²IoffeInstitute

Структура пирохлора – $(A_2)B_2O_6(O')$ – образуется во многих оксидных системах и широко известна рядом интересных электрофизических свойств. Соединения со структурой пирохлора могут являться сегнетоэлектриками, ферромагнетиками, антиферромагнетиками, мультиферроиками, диэлектриками, полупроводниками, ионными проводниками, металлическими проводниками [1,2]. Пирохлоры часто являются фазами переменного состава и имеют «гибкую» кристаллическую структуру, что позволяет не только варьировать соотношение катионов A и B в структуре, но и производить их изоморфное замещение другими элементами [3]. Природа элементов, из которых образована структура пирохлора, так же как их относительное содержание и положение в структуре, определяют свойства соединения.

Целью данной работы является получение фазы пирохлора со стехиометрией, заложенной по синтезу. Синтез проводился путём гидротермальной обработки прекурсоров, полученных осаждением

гидроксидов висмута (III), железа (III) и вольфрамовой изополикислоты (VI). В ходе синтеза варьировался только один параметр – рН маточного раствора прекурсора.

В результате изучения полученных образцов методами рентгеновской дифракции и рентгенофлуоресцентного анализа установлено, что значение рН маточного раствора заметно влияет как на валовый состав продуктов синтеза, так и на состав фазы пирохлора, которая является основной в продуктах синтезов. При каждом из значений рН маточного раствора от 2 до 8 образуется фаза пирохлора разного состава, однако только при рН = 4 её состав близок к составу, заложенному по синтезу. Также, при рН = 4 не наблюдается присутствие примесных фаз, в отличие от других изученных значений рН маточного раствора, что определяет оптимальность значения этого параметра гидротермального синтеза для получения «чистой» фазы пирохлора со стехиометрией элементов, заложенной по синтезу. Кроме того, морфология частиц фазы пирохлора также зависит от рН маточного раствора прекурсора. Морфология образца с рН = 4 представлена сферическими агломератами (~ 300 нм), состоящими из зёрен (~ 80 нм). Частицы фазы пирохлора в образце с рН = 6 (рис. 1) также представлены агломератами, однако начинают приобретать октаэдрическую огранку. Видно, что, помимо частиц фазы пирохлора, в образце с рН = 6 присутствуют пластинки фазы Bi_2WO_6 , что также следует из результатов РФА.

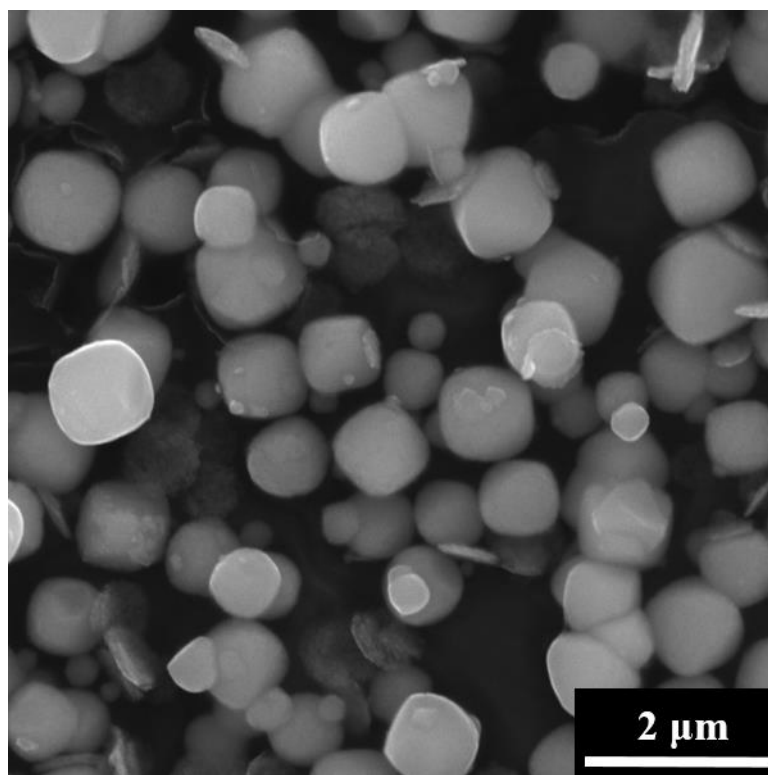


Рис. 1 – Морфология образца с pH = 6

Библиографический список

1. Lomakin M.S., Proskurina O.V., Danilovich D.P., Panchuk V.V., Semenov V.G., Gusarov V.V., Hydrothermal Synthesis, Phase Formation and Crystal Chemistry of the pyrochlore/ Bi_2WO_6 and pyrochlore/ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Composites in the $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ System, *J. Solid State Chem.* 282 (2020) 121064 DOI: 10.1016/j.jssc.2019.121064
2. B.P. Mandal, A.K. Tyagi, Pyrochlores: Potential multifunctional materials, *Barc Newsletter* 313 (2010) 6–13
3. T.A. Vanderah, I. Levin, M.W. Lufaso, An Unexpected Crystal-Chemical Principle for the Pyrochlore Structure, *Eur. J. Inorg. Chem.* 14 (2005) 2895–2901. DOI: 10.1002/ejic.200500234

**МОДИФИКАЦИЯ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ ДРЕВЕСНО-
НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПВХ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УПАКОВОЧНЫХ ПЛЕНОК КАЛАНДРОВЫМ
МЕТОДОМ**

Лучина А.О.¹, Белухичев Е.В.¹,

¹ *Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров
e-mail: AlenaStella@yandex.ru*

**IMPACT STRENGTH MODIFICATION OF WOOD-FILLED POLYMER
COMPOSITIONS BASED ON PVC FOR THE PRODUCTION OF
PACKAGING FILMS BY THE CALENDER METHOD**

Luchina A.O.¹, Belukhichev E.V.¹,

¹ *Saint-Petersburg State Institute of Technology*

Пленки с древесными наполнителями обладают улучшенными экологическими свойствами. Отходы лесного и сельского хозяйства являются возобновляемыми источниками для производства полимерных композитных материалов, которые можно использовать для производства упаковочных материалов каландровым методом.

Введение натуральных волокон в матрицу поливинилхлорида (ПВХ) приводит к образованию более хрупких изделий со значительно более низкой способностью поглощать ударную энергию по сравнению с чистым ПВХ [1]. Для жестких упаковочных материалов значение ударной вязкости является важным показателем качества изготавливаемых материалов.

Поэтому цель моей исследовательской работы – это достижение улучшения значений ударной прочности пленок, для получения термоформованных изделий.

В качестве модификаторов ударной прочности наиболее широко применяются стирольные каучуки на основе сополимеров метакрил-бутадиен-стирол (МБС), акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС), акрилонитрил-стирол-акрилоэфир (АСА) [2].

В данной работе для улучшения ударной вязкости упаковочных ПВХ-пленок, наполненных измельченной рисовой шелухой, был использован

модификатор ударной прочности – метакрилатбутадиенстирол (МБС).
Полученные значения ударной вязкости приведены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение ударной вязкости ПВХ-плёнок, наполненных рисовой шелухой, в зависимости от
Содержания модификатора МБС в композиции

Содержаниемодификатора, % масс.	Ударнаявязкость, кДж/м ²
0	170
2	184
4	180
8	198
10	202

Из полученных данных видно, что при увеличении количества модификатора ударной прочности, значения ударной вязкости ПВХ-пленки, наполненной рисовой шелухой улучшаются.

Также, проанализировав значения можно построить линейную модель простой регрессии. Общее уравнение линии регрессии представлено ниже:

$$Y = a + bx, \quad (1)$$

Где x - независимая переменная, в данном случае содержание модификатора в смеси, Y - зависима переменная, в данном случае ударная вязкость образцов, a - свободный член оценки, b - угловой коэффициент линии [3, 4].

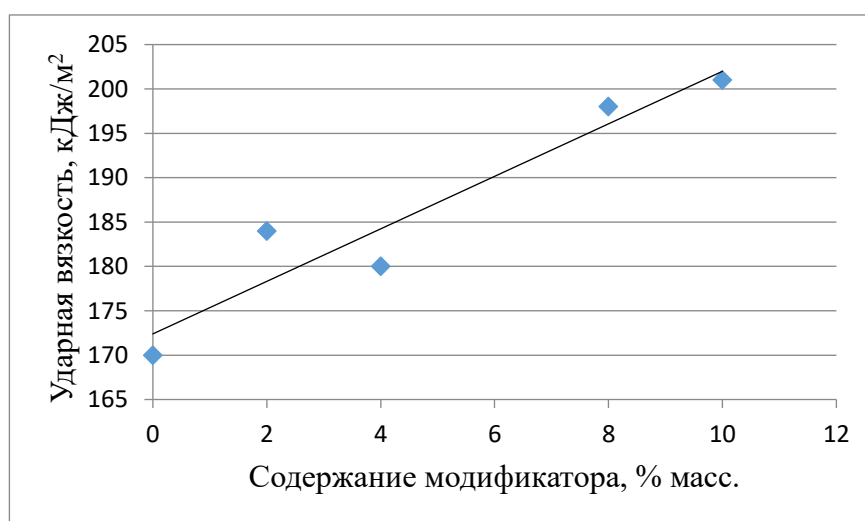


Рис. 1 – Прямая регрессии

При построении прямой регрессии с использованием экспериментальных значений ударной вязкости в зависимости от добавленного количества модификатора, получили следующее уравнение:

$$Y = 169,854 + 3,2125x, \quad (2)$$

Используя полученное уравнение, можно определить ударную прочность ПВХ-плёнки, наполненной рисовой шелухой, с любым значением дозировки модификатора ударной вязкости в композиции.

Исходя из вышеописанных данных (табл. 1), можно сделать вывод, что значения ударной вязкости пленок улучшаются в зависимости от содержания модификатора, вследствие этого можно говорить о хорошей совместимости компонентов испытанной смеси ПВХ-МБС-рисовая шелуха.

Библиографический список

1. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч. Поливинилхлорид / Перевод с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
2. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ. / Под ред. Гроссмана Р. Ф. Пер. с англ. под ред. Гузеева В. В. — СПб.: Научные основы и технологии, 2009. — 608 с.
3. Карлберг, К. Регрессионный анализ в Microsoft Excel / К. Карлберг. - М.: Диалектика, 2019. - 400 с.
4. Lunau S. Six Sigma Toolset. – Springer. – Frankfurt, 2013. – 399 p.

УДК 532.135

КИНЕТИКА ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АГАР-АГАРА

Макарова Д.Ю., Орлова П.В.

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
e-mail: dariamak2000@yandex.ru*

KINETICS OF GEL FORMATION OF AQUEOUS SOLUTIONS AGAR-AGAR

Makarova D.Y., Orlova P.V.

St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Агар-агар состоит из полисахарида – агарозы до 80% и агаропектина - смесь сульфатированных полисахаридов сложного строения, которые содержатся в ряде морских водорослях. Агароза представляет собой линейный полисахарид, построенный из строго чередующихся остатков 3-О-замещенной β-D-галактопиранозы (изредка 6-О-метил-β-D-галактопиранозы) и 4-О-

замещенной 3,6 - ангидро - α - L - галактопиранозы. К важнейшим свойствам природного агар-агара относится отсутствие токсичности и способность к гелеобразованию, что определяет его широкое практическое применение в пищевой, фармацевтической промышленности и микробиологии [1]. Реологическим свойствам гелей агар-агар посвящено много научных работ, но кинетика процессов гелеобразования изучена недостаточно. В связи с этим цель данной работы состояла в изучении кинетики гелеобразования водных растворов агар-агара.

В работе в качестве объекта исследования использовался агар – агарбактериологический, тип европейский для микробиологии (Рапгеас). Готовилась серия растворов с содержанием агар-агара: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 и 0,30 %. Далее растворы выдерживались некоторое время, для набухания агар-агара, и диспергировались ультразвуком для ускорения растворения агар-агара [2]. После диспергирования растворы выдерживались до образования гелей. Чем более разбавленный раствор, тем медленнее проходил процесс гелеобразования. Затем измеряли вязкость гелей с помощью капиллярного вискозиметра. Рассчитывали относительную вязкость гелей по отношению к вязкости растворителя – дистиллированной воды. На рис.1 представлена зависимость относительной вязкости растворов от содержания агар-агара.

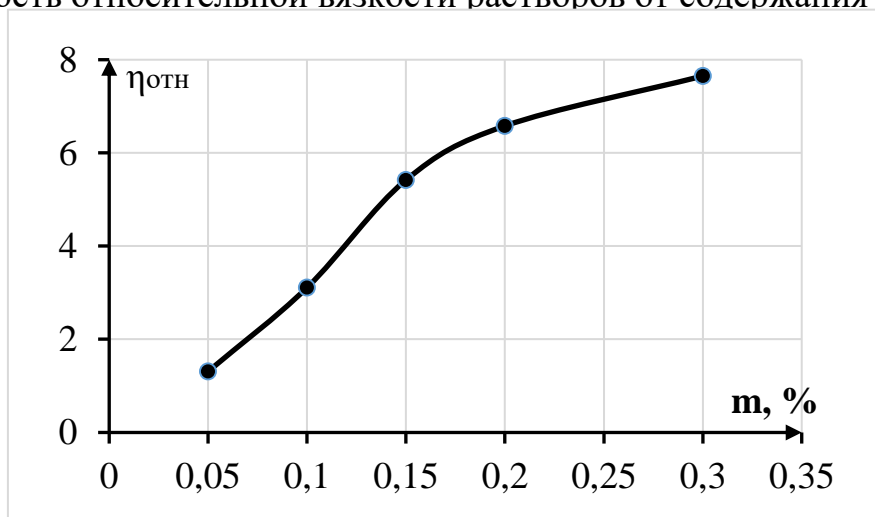


Рис.1 – Зависимость относительной вязкости растворов от содержания агар-агара.

Из рис.1 видно, что вязкость растворов монотонно возрастает и градиент приращения вязкости с ростом содержания агар-агара уменьшается, не

достигая насыщения в исследуемой области концентраций, что свидетельствует о постепенном уплотнении структуры геля.

Далее исследовалась кинетика восстановления структуры геля после её разрушения. Для этого гели подверглись разрушению ультразвуком, а затем измерялось изменение вязкости растворов во времени. На рис. 2 показано изменение вязкости на примере раствора с содержанием агар-агара 0,10 %.

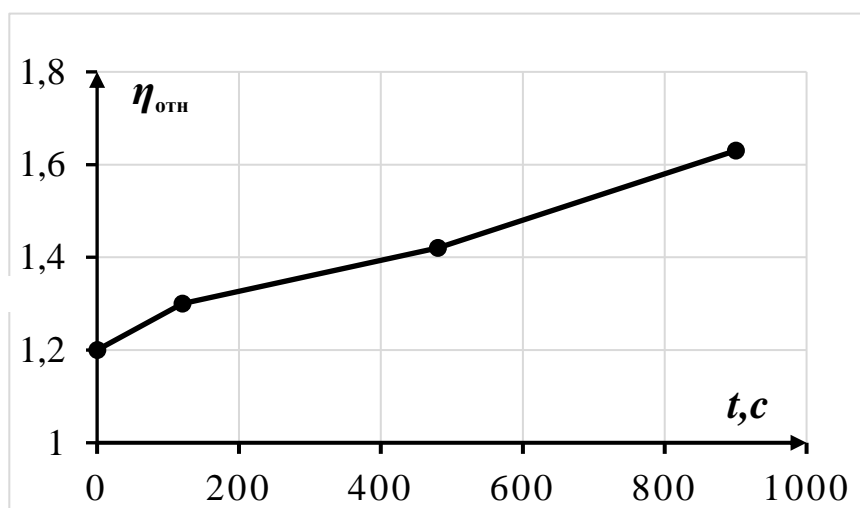


Рис.2 – Кинетика изменения вязкости раствора с содержанием агар-агара 0,10%.

Относительная вязкость геля с содержанием 0,10% равна 3,0, а после разрушения структуры геля ультразвуком уменьшилась до 1,2 и постепенно увеличивалась, достигая при длительном выдерживании исходной величины, что свидетельствует о тиксотропных свойствах геля агар-агара.

В работе проведено исследование процессов гелеобразования в разбавленных растворах агар-агара. Обычно используются гели с концентрацией 1,5-2 % [3]. Установлено, что и при более низких концентрациях происходит процесс гелеобразования агар-агара, но значительно медленнее. Показано, что и низко концентрированные гели обладают тиксотропными свойствами.

Библиографический список

1. Delattre C., Fenoradosoa T.A., Michaud P. Galactans: An Overview of their Most Important Sourcing and Applications as Natural Polysaccharides // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2011. Vol. 54, N6. Pp. 1075-1092.
2. Бибик Е.Е. Реология дисперсных систем. JL, 1981. 172 с.
3. Шипунов Б.П., Коптев В.Е., Маркин В.И.. Особенности реологии растворов агара-агара. Химия растительного сырья. 2018. №1. С. 53-60. DOI: 10.1425 8/j

УДК 504.75.05

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТРАБОТАННЫМИ ДЕРЕВЯННЫМИ ШПАЛАМИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ

Маркова Д.О.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: ya.daniela-m2013@ya.ru*

COMPREHENSIVE MEASURES FOR HANDLING USED WOODEN SLEEPERS AND ENSURING THEIR SAFETY

Markova D.O.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

Обращение с отработанными деревянными шпалами, как с отходом третьего класса опасности, подразумевает всеобъемлющий сложный комплекс мероприятий, в который входят системы сбора, транспортирования, хранения и обезвреживания. Целью работы является последовательное рассмотрение стадий обращения с отходом с учетом нормативных требований и методы обеспечения их безопасности при эксплуатации.

Персонал, допущенный к обращению с отходами III класса опасности, обязан иметь профессиональную подготовку, подтвержденную свидетельствами или сертификатами на право работы с отходами I-IV класса опасности согласно п. 1 ст. 15 ФЗ от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ [1].

Первым этапом обращения со шпалами является их сбор ручной или автоматизированной погрузкой на специально оборудованные и снабженные специальными знаками транспортные средства с соблюдением требований безопасности транспортирования. Возможен сбор силами путевого хозяйства.

Погрузку и разгрузку регламентирует статья 16 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ.

Участок хранения шпал должен представлять из себя бетонную крытую площадку с организованной системой водоотвода, на котором шпалы хранятся группами штабелей с противопожарными разрывами. По периметру участка необходимо предусмотреть датчики пожарной сигнализации и систему орошения водой очага горения с установлением датчиков движения. Запрещается размещение отходов I - IV классов опасности и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи нерестилищ и в иных местах, в которых может быть создана опасность для окружающей среды, естественных экологических систем и здоровья человека [2].

Основной способ обращения со шпалами – это двухстадийное сжигание при температуре свыше 1000 °С, которое относят к методу термического обезвреживания. Сжигание вне специальных установок запрещено. Управление технологическим процессом должно осуществляться автоматически и дистанционно с помощью пневматических регуляторов, расположенных на щите.

Основная технологическая линия термического обезвреживания представлена на рис. 1.

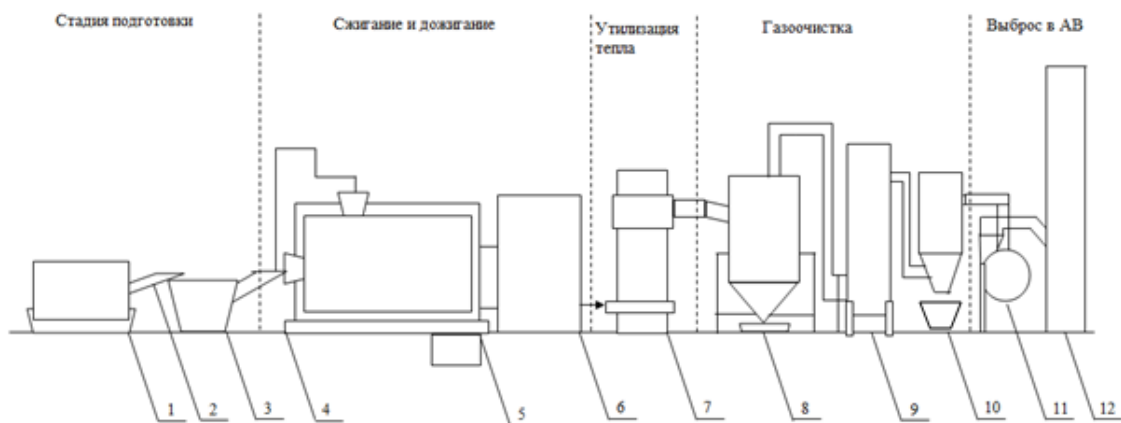


Рис.1 – Технологическая схема термического обезвреживания деревянных пропитанных шпал (1-узел измельчения и сепарации; 2-транспортер; 3-приемный бункер; 4-печь сжигания; 5-устройство выгрузки золы; 6-камера дожигания; 7- теплообменник; 8- циклон; 9- скруббер; 10-рукавный фильтр; 11- дымосос; 12 -дымовая труба)

При наиболее опасных отклонениях технологического режима должны быть предусмотрены сигнализация, блокировка и остановка объекта или отдельных её узлов в соответствии с технологическими регламентом, инструкциями и планом локализации аварийных ситуаций (ПЛАС).

При эксплуатации технологической схемы возникает токсическая опасность. Критериями поражений являются токсодозы (LD, ID, PD), предельно допустимые концентрации (мг/л) и предельно допустимые выбросы (кг/г).

На рис. 2 приведена оценка вероятности токсической опасности при нарушении работоспособности технологической системы методом построения дерева событий [3].

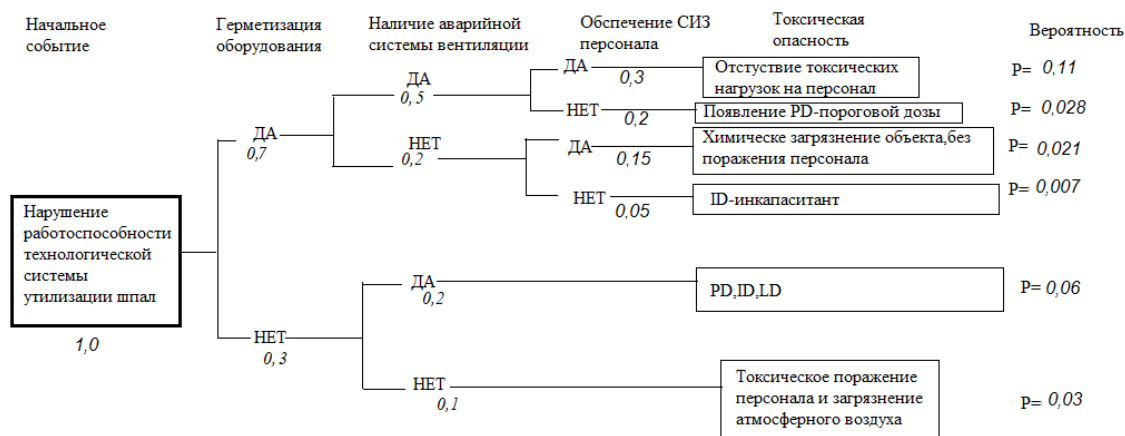


Рис.2 – Дерево событий при эксплуатации технологической схемы

На всех этапах обращения с деревянными шпалами главной опасностью является их токсичность. При максимальной герметизации и автоматизации процесса, наличии аварийной системы вентиляции и обеспечения персонала средствами индивидуальной защиты токсические нагрузки отсутствуют. Безопасная работа технологической схемы возможна при выполнении всех нормативных требований и наличии мощной системы газоочистки.

Библиографический список

1. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 26.07.2019) [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.01.2020).
2. Об охране окружающей среды: Федеральный закон №7 ФЗ от 10.01.2001 г. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.01.2020).
3. Менеджмент риска. Анализ дерева событий: ГОСТ Р МЭК 62502-2014 [Электронный ресурс]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114221> (дата обращения: 26.02.2020).

УДК: 546.26+699.865+66.045.34

УГЛЕРОДНЫЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

Марценюк В.В., Лысенко А.А., Асташкина О.В., Кузнецов А.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
e-mail: vadim.martsenyuk8@gmail.com*

CARBON THERMAL PROTECTIVE MATERIALS FOR THE NORTH AND THE ARCTIC

Martsenyuk V.V., Lysenko A.A., Astashkina O.V., Kuznetsov A.Yu.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design

Развитие Арктической зоны РФ предусмотрено государственной программой «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» утвержденной правительством РФ от 31.08.2017 [1]. Одной из задач программы является развитие науки, технологий и повышение эффективности использования ресурсной базы Арктической зоны Российской Федерации и континентального шельфа Российской Федерации в Арктике.

Сохранение тепла и экономия топливно-энергетических ресурсов являются одними из главных задач в условиях Крайнего Севера и Арктики. Решить эти задачи можно путем улучшения теплозащитных свойств и

долговечности самих теплоизоляционных материалов и конструкций. Углеродные нетканые материалы (УНМ) традиционно используемые в качестве теплоизоляции от высоких температур могут найти применение и в условиях низких температур [2].

На основе УНМ получают углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) для защиты от высоких и сверхвысоких температур. УУКМ изготавливают из нескольких слоев УНМ соединенных и/или пропитанных реактопластичными связующим (эпоксидной или фенолформальдегидной смолой). Полученный материал подвергают карбонизации или графитации с переходом связующего в углеродную матрицу.

Применение УУКМ для защиты от низких температур в условиях Крайнего Севера и Арктики возможно, но не целесообразно, так как для получения композитов необходимы энергозатратные этапы высокотемпературной термообработки (карбонизация и графитация). В связи с этим для применения УНМ в качестве теплозащиты в условиях низких температур предлагается использовать углерод-полимерные композиционные материалы (УПКМ), где в качестве связующего выступает клей на полимерной основе с низкой температурой стеклования.

В ходе проделанной работы были получены УУКМ и УПКМ различной структуры. Их внешний вид представлен на рис. 1.

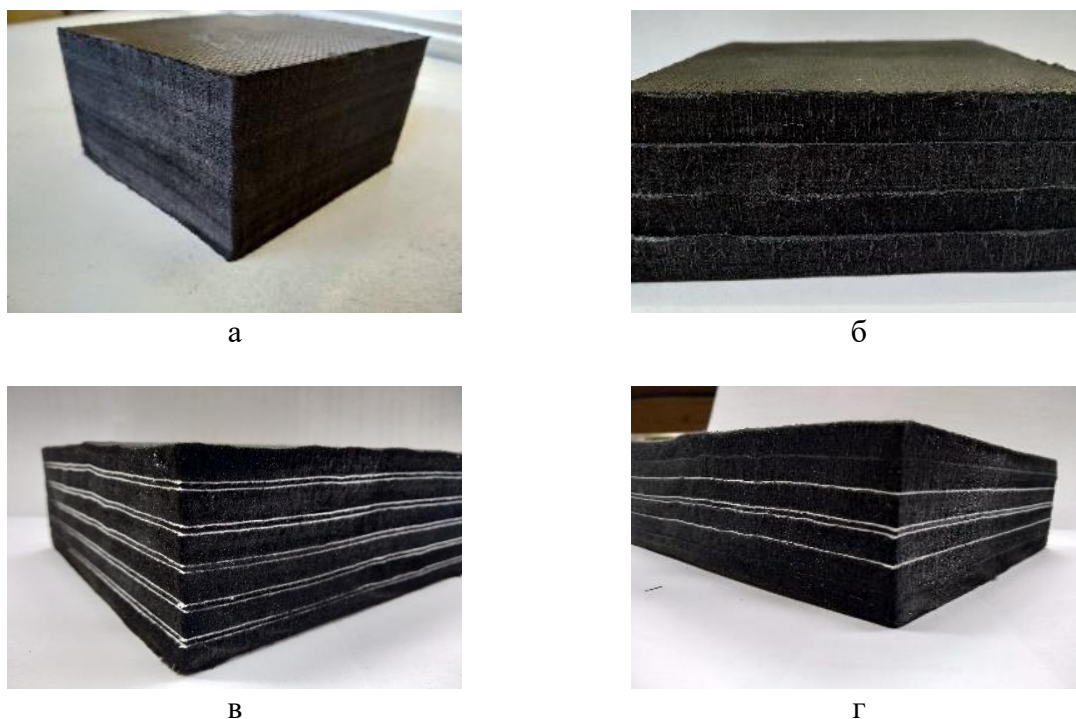


Рис. 1 – Внешний вид разработанных УУКМ и УПКМ: а – многослойный углерод-углеродный композит [3], б – многослойный углерод-полимерный композит [4], в – углерод-полимерный композит с чередующимися слоями, г – углерод-полимерный композит с градиентной структурой

В качестве матрицы в УУКМ (рис. 1а) использовали фенолформальдегидную смолу, которой были пропитаны слои УНМ. Связующем в УПКМ (рис. 1б-г) был морозостойкий (до минус 60°С) синтетический клей на основе полихлоропренового каучука.

Одним из основных показателей теплозащитных материалов является коэффициент теплопроводности, который характеризует количество тепла, протекающего в единицу времени через единицу площади поверхности при перепаде температуры в 1 Кельвин. Коэффициент теплопроводности для разработанных УУКМ и УПКМ был измерен на приборе ИТП-МГ4 «100» и представлен в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые свойства разработанных УУКМ и УПКМ

Образец / Свойства	Многослойный УУКМ[3]	Многослойный УПКМ [4]	УПКМ с чередующимися слоями	Градиентный УПКМ
Плотность, г/см ³	0,1760	0,1010	0,1284	0,1184
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,089	0,072	0,070	0,068

Внешние слои УУКМ и УПКМ покрыты углеродной тканью для защиты материала от механических повреждений и снижения конвективной составляющей теплопереноса. Углеродную ткань можно применять как в качестве покровных слоев, так и в качестве прокладочного материала. Однако применение углеродной ткани в качестве разделительных слоев и утяжеляет, и удорожает композит. Поэтому в качестве прокладочных материалов использовали силиконизированную или фильтровальную бумагу.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.08.2017 № 1064 «Социально-экономическое развитие арктической зоны Российской Федерации».
2. Антюфеева Н.В. Исследование возможности использования углепластиков в условиях арктического климата [Текст] / Н.В. Антюфеева, В.М. Алексахин, М.Р. Павлов, Ю.В. Столяков // *Авиационные материалы и технологии*. – 2016. – Номер 4(45). – С.86-94;
3. Перминов, Я.О. Пористая теплоизоляция на основе углеродных материалов [Текст] / Я.О. Перминов, А.А. Лысенко, Е.С. Свешникова, О.В. Асташкина // *Химические волокна*. – 2016. – № 3. – С. 61-65.;
4. Лысенко А.А. Градиентные углерод-полимерные композиционные материалы, структура и области применения [Текст] / А.А. Лысенко, В.В. Марценюк, О.В. Асташкина, А.Ю. Кузнецов, Н.С. Лукичева // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна*, 2019. – Серия 1. – № 3. – С. 82-85;

УДК 622.691.4.004

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В КРУПНОБЛОМОЧНЫХ ГРУНТАХ

Мацюк Р.А.

*Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина
e-mail: romanmatsiuk@mail.ru*

ENSURING SAFE OPERATION OF PROTECTIVE COATINGS OF UNDERGROUND PIPELINES IN LARGE-BLOCK SOILS

Matsiuk R.A.,

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Главная функция защитных покрытий подземных трубопроводов заключается в эффективном препятствовании возникновению коррозии на металле, сохраняя без изменений все физические, механические и химические характеристики трубы. Подземные трубопроводы значительной протяженности пересекают множество грунтовых сред и подвергаются

подвергаться различным воздействиям и нагрузкам. А это значит, что защита одного и того же линейного объекта магистрального транспорта на разных участках, в частности, при пересечении естественных и искусственных преград, а также отличающихся грунтовых сред, может потребовать разных изоляционных материалов и методов их нанесения. При этом, покрытия должны сохранять водонепроницаемость, диэлектрическую надежность, химическую устойчивость в среде эксплуатации, механическую прочность и эластичность, хорошо прилипать к трубе.

Целью исследовательской работы являлось исследование условий опирания подземных трубопроводов с антикоррозийным покрытием в крупнообломочных грунтах и установление зависимости размера частиц основания от создаваемых локальных усилий в точке контакта со скальным крупнообломочным материалом.

К условиям прокладки подземных трубопроводов в крупнообломочных грунтах могут относиться как горные участки, равнины, так и прохождение трассы в многолетнемерзлых грунтах, содержащих включения дресвы, гравийно-галечниковых, каменистых частиц. Главной особенностью крупнообломочного грунта является высокая прочность на сжатие и необходимость в подготовке к строительству подземных трубопроводов. Описаны варианты их применения.

Условия прокладки подземных трубопроводов характеризуются высокой степенью протяженности и изменчивости грунтовых условий. При прохождении в крупнообломочных грунтах, безопасность сооружения должна рассматриваться ситуационно.

Нормативной документацией [1, 2] при прокладке в скальных, гравийно-галечниковых, каменистых грунтах допускается использование в качестве присыпки дна траншеи и засыпки трубопровода крупнообломочных грунт, разрабатываемый буровзрывными способами. В целом, участки прохождения можно описать в зависимости от рельефа местности: равнина и горная местность с различным уровнем уклона (вдоль склонов и поперек склонов). В

зависимости от условий строительства, возникает необходимость применения специальной техники и проведение дополнительных земляных работ в виде обустройства полков для проезда строительной техники.

Крупнообломочными грунтами называются нецементированные грунты, содержащие более 50% по весу обломков кристаллических или осадочных пород с размерами частиц более 2 мм. В свою очередь, наибольшую опасность для изоляции и геометрии трубы представляют прочные при сжатии скальные грунты. К скальным грунтам относят такие горные породы как граниты, диабаз базальтовый, мраморы, сланцы и др., обладающие пределом прочности при одноосном сжатии свыше 3 МПа.

В целях использования прочных на сжатие грунтов в качестве строительного материала присыпки дна траншеи подземного трубопровода, производят их предварительное рыхление буровзрывными способами и дальнейшим дроблением специальной техникой. Процесс применения техники для измельчения крупных частиц скального обломочного грунта представлены на рис. 1.



Рис. 1. Техника для дробления крупнообломочного грунта подсыпки и засыпки подземного трубопровода

При механическом контакте твердого тела с покрытием, отличающегося от нормали, приводит к комплексному усилию, включающего в себя усилия сжатия и сдвига, что в конечном результате может привести к отрыву покрытия от поверхности. Такое воздействие не всегда приводит к разрыву, однако способствует развитию отслоения покрытия. Например, при образовании вмятины, изоляция испытывает комплексное механическое воздействие: воздействие по нормали приводит к растяжению материала, что вызывает сопротивление со стороны сил адгезии.

Для гравелистых песков и крупнообломочных грунтов с целью определения гранулометрического состава используют грохочение и рассев проб по фракциям. Также для полноценного анализа грунтов в основании подземного трубопровода необходимо проводить петрографическую разборку для определения процентного содержания различных петрографических разновидностей. Характеристику состава и состояния крупнообломочных

грунтов проводят с помощью визуальное описание, а именно, описывают размер обломков, их процентное содержание, состав заполнителя, трещиноватость, степень выветрелости и т.д. с использованием справочных данных и результатов инженерно-геологических исследований.

Одним из важнейших показателей при оценке воздействий от грунта подсыпки дна траншеи является прочность при сжатии. Ранее автором рассматривались вопросы неравномерности оснований подземных трубопроводов, возникающих контактных усилий и моделирование зернистой среды в крупнообломочных грунтах в статьях [3,4,5]. Особого внимания заслуживает изучение взаимодействия защитного покрытия (изоляции) при контакте с крупнообломочным грунтом [6].

Выводы. В процессе исследования автором была разработана смешанная модель оценки контактных усилий в основании подземного трубопровода в крупнообломочных грунтах. На основании модели произведены расчеты контактных усилий в защитных покрытиях. На рисунке 2 представлены результаты расчета создаваемого усилия в защитном покрытии подземного трубопровода в траншее с вертикальными стенками на глубине 1,0 м и диаметре трубы 1220 мм.

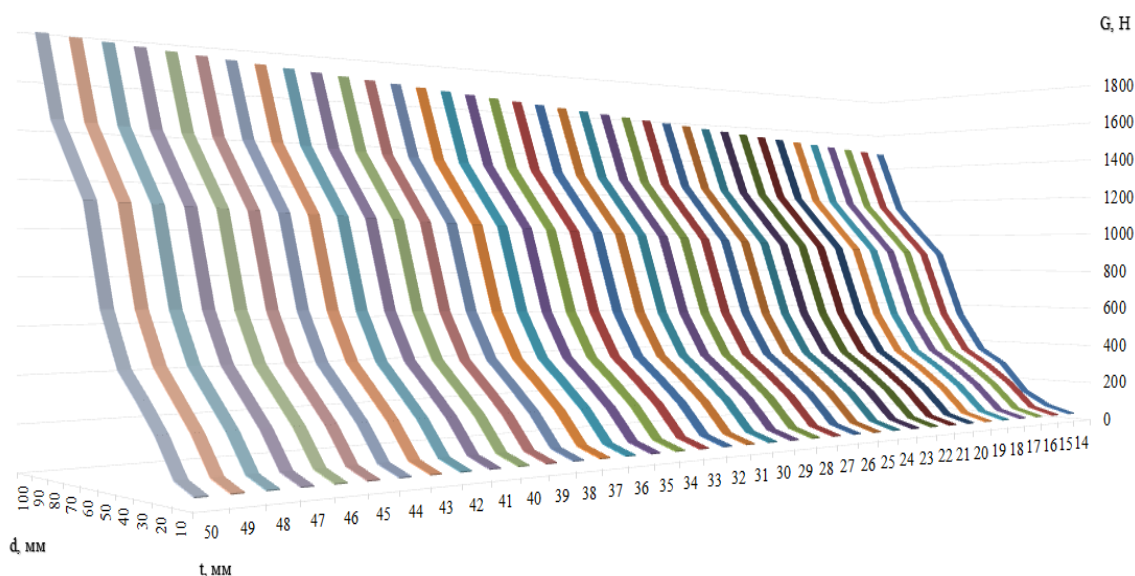


Рис. 2. Зависимость создаваемого усилия в защитном покрытии подземного трубопровода от размера частиц грунта основания d и толщины стенки трубы t (диаметр трубы 1220 мм, $H=1,0$ м)

При равных условиях, а именно глубине заложения трубопровода, размера частиц подсыпки, материала трубы, разница между создаваемыми усилиями между минимальной толщиной стенки и максимальной составила порядка 22 %, что является существенным при нормировании надежности покрытий при прокладке в скальных обломочных грунтах по показателю твердости.

Оценка применимости того или иного вида покрытия при отсутствии подсыпки из мягкого мелкодисперсного грунта в скальных, щебенистых и многолетнемерзлых грунтах, необходимо применять методы инженерной защиты или защитные конструкции, предохраняющие слой антикоррозионной защиты.

Библиографический список

1. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (с Изменениями N 1, 2)
2. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* "Магистральные трубопроводы" (СП 86.13330.2012)) (с Изменениями N 1, 2)
3. Мацюк Р.А. Оценка влияния неравномерности основания на защитное покрытие подземного трубопровода //Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2017, № 6 (64). – С. 56-59.
4. Мацюк Р.А. Исследование условий опирания подземного трубопровода и создаваемых усилий в защитном покрытии. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2019;(4):130-139. <https://doi.org/10.31660/0445-0108-2019-4-130-139>
5. Мацюк Р.А. Оптимизация выбора защитных покрытий для подземных трубопроводов // Сборник трудов 71-ой Международной молодежной научной конференции "Нефть и газ - 2017" т.2, 2017. - С. 76.
6. Мацюк Р.А. Анализ требований зарубежных и отечественных нормативно-технических документов к защитным покрытиям подземных трубопроводов в крупнообломочных грунтах. Территория «НЕФТЕГАЗ». 2019;(12):46-54.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАРОТИНОИДОВ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ХВОИ

Мельникова Д.А., Демьянцева Е.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Высшая школа технологии и энергетики

e-mail: melnikowa.da2017@yandex.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PHYSICAL CHEMICAL PROPERTIES OF CAROTINOIDS EXTRACTED FROM NEEDLES

Melnikova D.A., Demiantseva E. Yu.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design Higher School of technology and power engineering

Актуальная в современных реалиях технология биорефайнинга, то есть полное и комплексное использование древесного сырья, вызывает широкий интерес. Особое внимание уделяется поиску новых областей применения существующих коммерчески доступных продуктов переработки биомассы дерева. Расширить ассортимент товаров с полезными свойствами и высокой добавленной стоимостью можно получением биологически активных продуктов из древесных отходов, образующихся в процессе заготовки древесины и ее переработки. Такими отходами является древесная хвоя, которая содержит практически все классы растительных биологически активных органических соединений (витамины, ферменты, белки, жиры, эфирные и другие вещества) [1].

При извлечении таких веществ необходимо рационально подходить к выбору хвои с учетом возраста дерева и времени года вследствие вариативности состава. Древесная зелень является богатейшим источником жирорастворимых витаминов (витамин Е (токоферол) и витамины группы К). Максимальное содержание токоферола в растениях наблюдается летом и увеличивается с возрастом деревьев. Методом бумажной хроматографии было установлено наличие в хвое только α -токоферола, обладающего наибольшей биологической активностью. Содержание витамина К в хвое на выше, чем в

коре и побегах. Его концентрация в зимний период выше (в листьях достигает максимума перед пожелтением) [2].

Извлечение каротина происходит при обработке растительного материала 96% этиловым спиртом, с последующим их переводом в бензин или петролейный эфир. Фракцию пропускают через хроматографическую колонку, заполненную оксидом алюминия или карбонатом магния. Разделение каротина (a, b, g - формы) и каротиноидных пигментов происходит вследствие различия их скоростей сорбции-десорбции. [3].

Цель данной исследовательской работы – изучение коллоидно-химических свойств каротинов, извлеченных разными растворителями в растворах поверхностно-активных веществ. В работе были получены этанольные и масляные экстракты ели европейской северо-западного региона произрастания. Степень извлечения каротинов маслом и этанолом составила 31% и 45% соответственно. Для эффективного использования каротинов возможно гидрофилизировать данные гидрофобные вещества путем их солюбилизации в растворах поверхностно-активных веществ.

В работе методом отрыва кольца дю Нуи были получены изотермы поверхностного натяжения неионогенного ПАВ сорбитан бис(полиоксиэтилен)моноолеата (твин 80) в водных растворах [4]. Максимальная депрессия поверхностного натяжения составила 25 мН/м, а критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) 0,06%. Солюбилизирующая способность данного ПАВ в отношении полученных экстрактов была определена спектрофотометрическим методом на приборе КФК-3-«30М3» [5]. Данный ПАВ показал хорошую солюбилизирующую способность в отношении полученных экстрактов. Эффективность солюбилизации этанольного экстракта выше, чем масляного.

Библиографический список

1. Сюнёв В.С, Питухин А.В, Васильев С.Б. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие для студентов высш.учебных заведений / авт.-сост. В. С. Сюнёв [и др.]. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014. — 123 с.

2. Переработка древесной зелени// Мир знаний URL: <http://mirznanii.com/a/14161/pererabotka-drevesnoy-zeleni> (дата обращения: 14 декабря 2019)

3. Способ экстракции каротиноидов из каротиноидсодержащего природного источника [Электронный ресурс].- URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2111991> (дата обращения 01.12.19).

4. Осовская, И.И. Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца Дю- Нуи [Текст]: учебно-методическое пособие / И.И. Осовская, Е.Ю. Демьянцева, О.С. Андранович; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – 24 с.

5. Демьянцева, Е.Ю. Солюбилизация в растворах поверхностно-активных веществ [Текст]: учебно-методическое пособие/ Е.Ю. Демьянцева, Р.А. Копнина; М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП.- СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 31 с.

УДК 620.92

**ПОЛУЧЕНИЕ УГОЛЬНЫХ БРИКЕТИРОВАННЫХ
СОРБЕНТОВ КАК СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ
ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Минич М.И., Павлов Н.А., Спицын А.А.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова
e-mail: vampiresuperman@gmail.com*

**THE PRODUCTION OF COAL BRIQUETTED SORBENTS AS A
WASTE DISPOSAL METHOD IN TIMBER PROCESSING INDUSTRY**

Minich M.I., Pavlov N.A., Spitsyn A.A.

Saint-Petersburg state forest technical university

Одной из проблем переработки целлюлозосодержащего сырья является образование лигносодержащих отходов [1]. Например, при производстве ксилита основным отходом является целлолигнин, его «выход» составляет до 70% от исходного древесного сырья [2].

Лигносодержащие остатки имеют перспективу в использовании их в качестве сорбентов: из гидролизного лигнина получают препарат "Полифепан" [3], сорбенты на основе активированного угля и лигнина [4], лигнин и целлолигнин используют для получения гранулированных активных углей [5].

Авторами предлагается способ получения сорбентов на основе карбонизации и брикетирования лигносодержащего отхода, оставшегося в

результате получения микрокристаллической целлюлозы. Одним из эффективных способов обработки отходов является их брикетирование [6].

Гранулированные брикеты из лигносодержащего остатка получены прессованием исходного сырья на экструдерном прессе МИН-350 лаборатории №60 СПбГЛТУ, зольность и влажность исходного сырья составляют 0,31% и $67,8 \pm 0,6\%$ соответственно.

Дальнейшая карбонизация полученных брикетов проводилась на стендовой установке термогравиметрического анализа лаборатории №60 СПбГЛТУ с реактором из жаростойкой стали, снабжённым штуцерами для подвода инертного газа и отвода парогазовой смеси в систему конденсации и сжигания.

Сбор и обработка экспериментальных данных проводилась с использованием автоматизированной системы сбора данных OpenScada, установленной на персональном компьютере под управлением операционной системы GNU/Linux Debian8 [7].

Скорость нагрева сырья составила $2^\circ\text{C}/\text{мин}$, конечная температура пиролиза – 700°C , продолжительность прокаливания при конечной температуре – 1 час (рис. 1).

В результате пиролиза получено 34,6 г. угля-сырца и 62,9 г. жидких продуктов (табл. 1).

Выход угля составил 32% от абсолютно сухого сырья.

Образцы полученного угля-сырца подвергались активации во вращающемся трубчатом реакторе стендовой установки при следующих условиях: активирующий агент – острый водяной пар, температура активации – 970°C , продолжительность активации при заданной температуре – 15, 20, 30 минут (табл. 2).

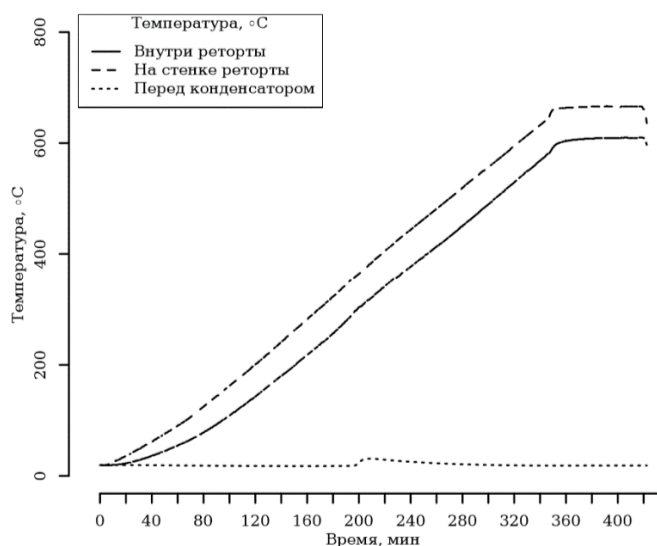


Рис. 1 – Температурный профиль пиролиза

Таблица 1

Сводная таблица материального баланса пиролиза лигносодержащего остатка

Приход	Масса, г	%	Расход	Масса, г	%	% от а.с.с
			1. Уголь 2. Жидкие продукты пиролиза 3. Неконденсируемые газы			
ИТОГО	119,6	100	ИТОГО	119,6	100	100

Таблица 2

Сводная таблица данных по активации образцов угля-сырца

Наименование образца	Масса угля до активации, г	Масса угля после активации, г	Продолжительность активации, мин	Выход активированного угля, %
АУ 1	5,712	3,994	15	69,9
АУ 2	4,99	3,584	20	71,8
АУ 3	4,356	2,989	30	68,6

Выход активированного угля составил около 70%.

Полученные образцы подвергались дальнейшим исследованиям их сорбционной активности по индикатору метиленовому голубому и йоду. Полученные данные были сведены в табл. 3.

Сводная таблица характеристик образцов активированного угля и угля-сырца

Показатели	АУ 1	АУ 2	АУ 3
1. Адсорбционная активность:			
• по метиленовому голубому мг/г	88,56	63,92	55,75
• по йоду, %	88,8	94,54	95,33
Характеристики угля-сырца			
2. Массовая доля, %:			
▪ общей золы		0,28	
▪ нелетучего углерода		93,63	
▪ влаги		0,31	

Полученные результаты показывают возможность получения сорбентов из лигносодержащих отходов для очистки воды от органических и неорганических примесей методом карбонизации и дальнейшей активации брикетированных отходов. Исходя из результатов адсорбционной активности образцов, оптимальное время активации предлагается принять 20 минут.

Библиографический список

1. Болтовский В. С. Актуальные проблемы гидролизного производства и пути их решения // Труды БГТУ Серия 2 № 2. — 2017. — С. 8.
2. Химическая технология древесины / А. К. Славянский, В. И. Шарков, А. А. Ливеровский и др.; Под ред. Сухановский С. И. — М.: Гослесбумиздат, 1962. — 577 с.
3. Халецкий Н. А., Савельев Д. Д., патентообладатель ЗАО "САЙНТЕК" (RU). RU2440125 C1, 2010.11.15. Способ получения пасты полифепан из гидролизного лигнина. 2010.
4. Сорбенты на основе активированного угля и гидролизного лигнина: структура, свойства, применение / Т. А. Савицкая, Т. Н. Невар, Н. Г. Цыганкова и др. // Свиридовские чтения. — 2015. — № сб. ст. Вып. 11. — С. 12.
5. Тиньгаева Е. А., Фарберова Е. А. Исследование возможности использования лигнина и целлолигнина для получения гранулированных активных углей // Вестник ПНИПУ. — 2016. — № 1. — С. 14.
6. Пиялкин В. Н., Леонович А. А., Ширшиков В. И. К вопросу о монолитизации древесноугольных брикетов // Известия Санкт-Петербургской Лесотехнической академии. — 2012. — № 198. — С. 201–208.
7. Получение и активирование биоуглерода из бамбука / Конг Ньги Чу, А. А. Спицын, Д. А. Пономарев et al. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2018. — № 225. — Р. 226 – 236.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫПАРИВАНИИ ЧЕРНЫХ СУЛЬФАТНЫХ ЩЕЛОКОВ

Михайлова Е.А., Созонова Е.И.

*Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СЛИ)
e-mail: mpv158@mail.ru*

EQUIPMENT FOR BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES USED FOR SULFATE BLACK LIQUOR EVAPORATION

Michailova E.A., Sozonova E.I.

Syktvykar forestry institute (branch of) federal state budget educational institution of high education «Saint-Petersburg state forestry and technical university by S.M. Kirov» (SFI)

Целью работы является сравнительный анализ различных выпарных аппаратов, для выпаривания черных сульфатных щелоков и выработки рекомендаций по обеспечению экологической эффективности технологического процесса.

Задачей современной выпарной станции является производство черного щёлока с высоким содержанием сухого вещества для уменьшения выбросов сернистого газа из содорегенерационного котла, с минимальным расходом энергии и сброса сточных вод. На целлюлозных заводах выпарные станции обычно представляют многоступенчатые выпарные установки с 5-7 ступенями выпаривания на трубчатых выпарных аппаратах пленочного типа. Аппараты ламельного типа (рис. 1) хорошо подходят для работы на многоступенчатых выпарных станциях, потому что они работают одинаково эффективно при минимальной и большой движущей силе теплового процесса - разнице температур. Количество ступеней подбирается на основании энергозатрат на выпаривание черного щелока до требуемой концентрации. Производительность выпарной станции может регулироваться в соответствии с общим режимом предприятия и позволяет свободно изменять ее в пределах от 20 до 100 %. Наличие в аппаратах небольших количеств черного щёлока обеспечивает быстрый пуск и останов установки.

Поверхность теплопередачи выпарного аппарата состоит из ламелей, образованных двумя гофрированными листами каждая. Пар, подаваемый в выпарной аппарат, конденсируется внутри ламелей. Черный щёлоч подаётся в нижнюю часть аппарата, откуда транспортируется циркуляционным насосом на распределительную гребенку. Система распределения щелока, направляет черный щёлоч равномерно на наружную поверхность всех ламелей, затем раствор свободно стекает тонкой плёнкой вниз и кипит на поверхностях ламелей. Образовавшийся вторичный пар отделяется от черного щёлоча и уходит в окружающее паровое пространство. Между ламелями предусмотрен зазор в 20 мм, что обеспечивает равномерную скорость пара, стекание плёнки не нарушается, и капли щёлоча не переходят в поток пара. Потери щёлоча с соковым паром улавливаются каплеотделителем, предусмотренным в верхней части выпарного аппарата.

Содержание взвешенных веществ в конденсате, как правило, менее 50 мг/л. Такие чистые вторичные конденсаты от ламельных выпарных аппаратов рекомендуется использовать для промывки целлюлозы в промывном отделе и, таким образом, уменьшить расход свежей воды.

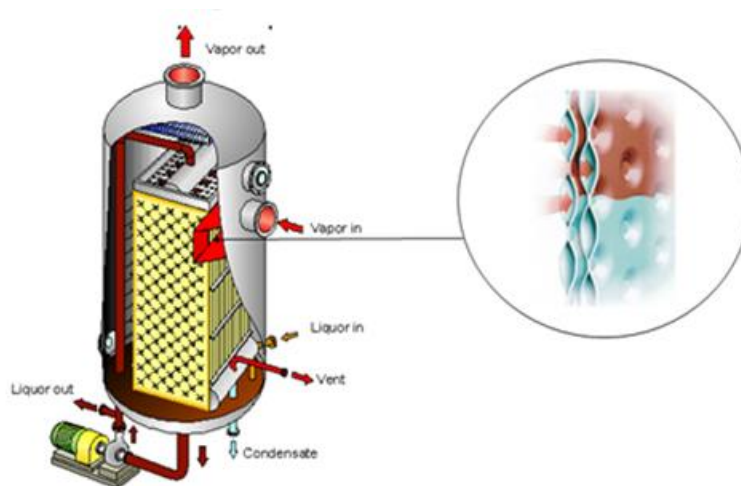


Рис. 1– Схема ламельного выпарного аппарата

Ламельные выпарные аппараты, применяемые для выпаривания черного щёлоча при производстве сульфатной целлюлозы, также могут использоваться для выпаривания различных щелоков при варке целлюлозы сульфитным способом на кальциевом, магниевом, натриевом, аммониевом и

нейтрально-сульфитном основаниях. Выпарные аппараты пленочного типа имеют ряд преимуществ по сравнению с трубчатыми аппаратами:

равномерное распределение щёлоча на нагревающих элементах и волнистая форма поверхности, обеспечивают постоянное перераспределение щёлоча, устраняют местные повышения концентрации, обеспечивают самоочищающий эффект и препятствуют образованию накипи;

выпарные аппараты, исключают проблемы, связанные с закупоркой межламельного пространства. Концентратор, в котором достигается концентрация 85 % сухих веществ щёлоча без накипеобразования, не вызывает необходимости тщательного промывания рабочих поверхностей так как легко очищается циркулирующим щёлочом, что позволяет избежать затрат времени и труда на механические чистки;

на выпарных станциях пленочного типа отделяются чистые конденсаты, пригодные для повторного использования в процессах производства целлюлозы, которые образуются благодаря уникальной конструкции выпарных аппаратов, которая уменьшает летучесть твёрдых частиц и распределяет чистые и загрязненные конденсаты в разные потоки;

реализуется возможность проводить выпаривание при высокой температуре и давлении, что позволяет достичь концентрацию сухих веществ в щёлочке, предназначенном для сжигания до 85 % [1];

поддерживается высокая теплопередача и достигается экономия пара, так как в выпарном аппарате предусмотрен нагреватель, производящий очищающий пар во время частичной загрузки аппарата;

обеспечивается низкий унос щелочных солей с соковым паром, благодаря ламинарному течению пленки щелоча;

реализуется возможность, применением специальной конструкции внутренних донных пластин аппарата, отдельно удалять большую часть чистого конденсата, что значительно повышает коэффициент теплопередачи и экономит тепловую энергию. Загрязненный конденсат направляется в сток.

На основании выполненной авторами работы можно сделать вывод, что ламельные выпарные аппараты являются оборудованием, обеспечивающим сокращение газовых выбросов и сбросов сточных вод. Они успешно могут быть использованы при реконструкции выпарных станций, обеспечивая наилучшие доступные технологии. Актуальны они и на других объектах экономики, таких как производство сахара, минеральных удобрений, обессоливание морской воды.

Библиографический список

1. Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона (ИТС 1–2015). - Москва : . Бюро НДТ, 2015. - 465 с.

УДК 504.453

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДА НА УЧАСТКЕ КС «ГРЯЗОВЕЦ» - КС «СЛАВЯНСКАЯ»

Мозгушин М.А., Епифанов А.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна. Высшая школа технологий и энергетики
e-mail: maxim120897@mail.ru*

CALCULATION OF THE BASIC NEGATIVE INFLUENCES DURING THE CONSTRUCTION OF A GAS PIPELINE AT A SECTION CS «GRYAZOVETS» - CS «CLAVYANSKAYA»

Mozgushin M.A., Epifanov A.V.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

Объектом исследования является участок газопровода КС«Грязовец» – КС «Славянская» 473-498 километр. Схема прокладки газопровода на данном участке представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Участок газопровода Грязовец – КС Славянская 473-498 километр

Газопровод на выбранном участке пересекает р.Волхов. Прокладка газопровода через р.Волхов приведет к загрязнению водного объекта.

Целью работы является расчет негативных воздействий на водную среду при строительстве газопровода.

Задачи:

- Рассмотреть технологические процессы, приводящие к загрязнению окружающей среды

- Оценить негативные воздействия на водную среду в период строительства газопровода;

- Проанализировать и обработать полученные результаты.

Основные возможные негативные воздействия на водную среду при строительстве газопровода:

- Потребление водных ресурсов на производственные и хозяйственно-питьевые нужды;

- Нагрузка на водную среду при сбросе производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод;

- Подрезка коренных и русловых берегов с разработкой грунта, частично попадающего в русловый поток;

- Отвод и организация в водоохраных зонах площадок для размещения техники.

В ходе проведения строительных работ (43 дня) образуются: хозяйственно-бытовые, производственные и поверхностные сточные воды. Производственные и поверхностные сточные воды через выпуск №1 сбрасываются в реку Волхов. Расположение водовыпуска сточных вод приведено на рис. 1.

Объем хозяйственно-бытовых сточных вод был приравнен объему хозяйственно-питьевого водопотребления при строительстве газопровода, и рассчитан согласно СНиП [1].

По результатам расчета за период строительства объем хозяйственно-бытовых сточных вод составил 11354 м³. Хозяйственно-бытовые сточные воды не приведут к загрязнению р.Волхов т.к. по проекту эти воды собираются и хранятся в санитарно-бытовых установках типа «Кедр» до вывоза их специальным автотранспортом.

Годовой расход сточных вод послеосновных гидроиспытаний рассчитан по [2-3], он составляет 12941 м³.

Объем поверхностного стока был рассчитан по [3] и составил 13,8 тыс. м³.

Негативное воздействие на р.Волхов будут оказывать производственные сточные воды. Поверхностный сток не приведет к загрязнению р.Волхов т.к. запроектированные очистные сооружения обеспечат очистку сточных вод до показателей ниже ПДК_{р.х.}

Для производственных сточных вод были определены количества загрязняющих веществ после гидроиспытаний. Расчёт произведен в соответствии с методикой [3].

Сбрасываемая после гидроиспытания трубопроводов вода не содержит в себе вредных и токсичных веществ, там содержатся только пыль, песок,

сварочный шлак, окалина, ржавчина. Все эти загрязняющие вещества обобщаются и выражаются через взвешенные вещества.

По результатам расчетов количество взвешенных веществ в воде после гидроиспытаний составило 73 мг/дм³.

На заключительном этапе проведен расчет НДС согласно [4]. По результатам расчетов фактическая концентрация взвешенных веществ в контрольном створе составила 7 мг/л, что меньше предельно допустимой концентрации, равной 7,25 мг/л.

Были оценены и рассмотрены основные негативные воздействия на водную среду при строительстве газопровода. Произведен расчет объемом хозяйственно-бытовых, поверхностных и производственных сточных вод. Определено что хозяйственно-бытовые и поверхностные сточные воды не приведут к загрязнению реки Волхов. В производственных сточных водах после гидроиспытаний превышений допустимой концентрации нет, следовательно, мероприятия по очистке не требуются.

Библиографический список

1. СНиП 2.04.01-85. Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Стройиздат, 1986. – 56 с.
2. СТО Газпром 2-3.5-051. Нормы технологического проектирования магистрального газопровода, 2006.
3. СП 111-34-96. Очистка полости и испытание газопроводов. Утв. РАО Газпром, 1996.
4. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с сельских территорий, площадок предприятий и определению условия выпуска его в водные объекты. – ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2006.
5. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты для водопользователей. Приказ МПР России от 17 декабря 2007 г. № 333.

ВЛИЯНИЕ pH НА РАЗМЕР АГРЕГИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ БЫЧЬЕГО ГЕМОГЛОБИНА

Морозов М. И., Ефремов Б. С.

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет

e-mail: maximmorozov369@yandex.ru , efremov.bogdan27@mail.ru

INFLUENCE OF pH ON THE SIZE OF THE AGGREGATED PARTIES OF BOVINE HEMOGLOBIN

Morozov M.I., Efremov B.S.

St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Эритроциты - важнейшие компоненты крови. В состав эритроцитов человека и млекопитающих животных входят гемоглобины, отвечающие за перенос кислорода и углекислого газа в организме. Гемоглобины состоят из белковой части - глобина и комплекса протопорфирина с железом – гема [1].

Молекула гемоглобина человека и млекопитающих содержит четыре субъединицы (протомера): две α (141 аминокислота) и две β (146 аминокислот), содержащие полипептидные цепочки двух сортов. Эти четыре протомера, соединенные между собой гидрофобными, водородными и ионными связями [1], образуют практически правильную форму шара размером $5 \times 5,5 \times 6,4$ нм [2]. Гемоглобины различных живых организмов содержат одну и ту же простетическую группу, а состав белковой части будет различным. Сходность строения и свойств гемоглобина человека и млекопитающих животных заинтересовал ученых возможностью создания кровезаменителей на основе бычьего гемоглобина НВ. Доступность бычьего гемоглобина и возможность его выделения, очистки, изменению свойств, привело к созданию целого ряда кровезаменителей на основе НВ – “гемопюр” [3]. Одной из проблем кровезаменителей на основе гемопюра – это токсичность гемоглобина, находящегося не в эритроцитах, а в плазме крови. Изучение процессов агрегации и дезагрегации гемоглобина необходимо, чтобы оценить способность НВ сохранять постоянные размеры. В связи с отмеченным, цель работы состоит в изучении влияния pH на агрегацию и размер частиц бычьего гемоглобина.

В качестве объектов исследования использовался бычий гемоглобин (hemoglobin from bovine blood), выделенный и очищенный компанией Fluka Analytical, Швеция, предназначен для микробиологии, имеет молекулярную массу 64500 г/моль (размер молекулы - 6,4 нм). Готовились три серии растворов НВс различным рН (3,73; 4,52; 9,14) и содержанием НВ – 0,05% и 0,01%. Для получения золя НВ растворы диспергировались в течение 10 минут на ультразвуковом диспергаторе UZD2-01/22.

Определение размера частиц проводилось оптическим методом. Для этого измеряли мутность исследуемых растворов в диапазоне видимой части электромагнитного излучения на ФЭК-3, в этом диапазоне происходит рассеяние света на коллоидных частицах наиболее характерным оптическим свойством дисперсных систем. Если размер частиц меньше $1/20 \lambda$, то его можно оценить с помощью уравнения Рэля [4]. С увеличением размеров частиц закон Рэля перестает соблюдаться. Поэтому в настоящей работе расчет проводили с использованием уравнения Геллера [4]. Это уравнение позволяет рассчитать размер частиц, которых составляет $1/10 \lambda < d < 1/3 \lambda$.

В работе определено, что при рН=3,73 размер частиц НВ составляет ≈ 95 нм, при рН=4,52 размер составляет ≈ 80 нм, при рН=9,18 размер составляет не более 40 нм. Согласно теоретическим представлениям [5] наибольшая агрегация коллоидных частиц (соответствует наибольшему размеру частиц) происходит в области изоэлектрической точки рН_{изт.} Значение рН_{изт.} бычьего гемоглобина равно 6,5 [6]. Мы не смогли провести измерения в этой области рН из-за образования осадка, что свидетельствует о том, что размер частиц больше 100 нм. Такие частицы оседают под действием силы тяжести, превышающей энергию теплового движения. Наименьший размер наблюдается при рН=9,18. Для создания и поддержания постоянным рН дисперсий НВ использовался фосфатный буфер. По-видимому, фосфатные ионы как многозарядные ионы способны значительно адсорбироваться на поверхности гемоглобина, препятствуя агрегации.

Библиографический список

1. Биохимия: Учебник / Под ред. Е.С. Северина. - 2-е изд., испр. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. - 784 с.
2. Филиппович, Ю. Б. Основы биохимии, 4-е изд. / Ю. Б. Филиппович. - М.: Агар, 1999. 512 с.
3. Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А. гемопюр – кровезаменитель на основе гемоглобина/ Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова 2012, т. 7, № 2
4. Кольцов, М.А. Лосева. Оптические методы исследования диспесных систем: Метод. указ. к лаб. работам / Сост. Л.В. Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2017.- 14 с.: Илл.
5. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия: Учебник для академического бакалавриата / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 444 с.
6. Родионова Е. Ю., Дмитриева И.Б., Чухно А.С. Электрокинетические свойства гемоглобина в водных растворах 1-, 2- и 3-зарядных ионов // Бутлеровские сообщения. - 2013. - Т.34. - №6. - С.135-140.

УДК 676.024.6

ВЛИЯНИЕ ВИДА ОБРАБОТКИ НА РАЗМОЛ РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Муравицкая А.А., Марченко Р.А., Шуркина В.И.

Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М. Ф. Решетнева

e-mail: marchenkora@sibsau.ru

EFFECT OF TREATMENT ON GRINDING OF VARIOUS FIBROUS MATERIAL

Muravitskaya A.A., Marchenko R.A., Shurkina V.I.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

В процессе размола волокнистого материала на механическую прочность изготавливаемой бумаги оказывают влияние факторы, действующие в противоположных направлениях.

В самом начале процесса размола преобладает действие факторов, оказывающих положительное влияние на механическую прочность бумаги (увеличение сил связи между волокнами, рост гибкости волокон вследствие набухания), что сказывается на улучшении основных характеристиках механической прочности бумажного полотна.

Но при продолжении процесса размола сильно возрастает влияние негативных фактора (укорочение волокна, что особенно характерно для вторичного волокнистого материала). Происшедшие изменения длины

волокон вызывают качественные изменения в развитии основных характеристиках механической прочности, которые под преобладающим влиянием этого фактора начинают снижаться.

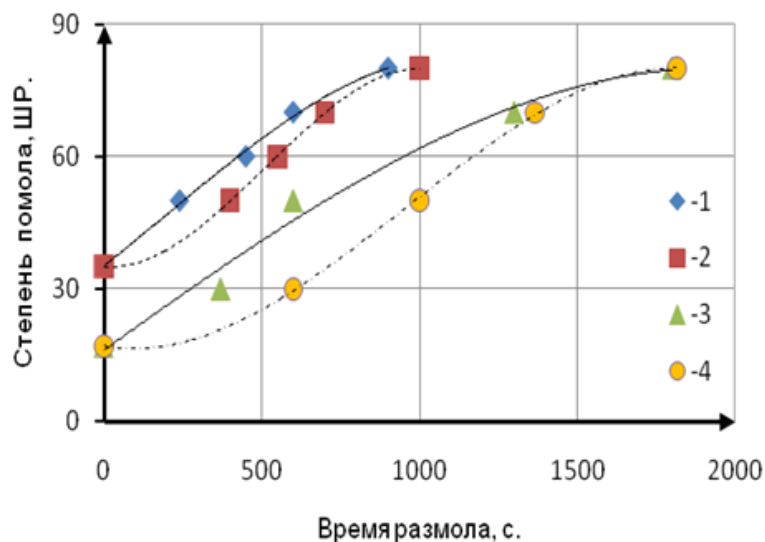
Процесс обработки волокна в установке безножевого воздействия типа “струя-преграда” зависит от многих факторов, среди них основными являются: скорость истечения струи, характер и форма преграды и др [1].

Основной задачей проделанной работы являлось провести сравнительный анализ влияния способа обработки волокнистых суспензий при использовании различного вида волокнистых полуфабрикатов.

Полученные экспериментальные данные показывают, что на продолжительность размола большое влияние оказывают вид волокнистого материала (небеленая целлюлоза или оборотный брак), а также способ воздействия на волокно.

На основании экспериментальных данных построена графическая зависимость прироста степени помола по шкале Шоппер Риглера от времени размола волокнистого полуфабриката при различных способах размола (рис. 1).

Как видно из графика качественные показатели прироста степени помола зависят от вида воздействия на волокно и не существенно зависят от вида обрабатываемого полуфабриката. Количественные значения изменения степени помола зависят от вида обрабатываемого материала и в малой степени наблюдается зависимость от вида воздействия на волокно (ножевое и безножевое).



- 1 – размол вторичного волокнистого материала в ножевой установке;
 2 – размол вторичного волокнистого материала в безножевой установке;
 3 – размол первичного волокнистого материала в ножевой установке;
 4 – размол первичного волокнистого материала в безножевой установке.

Рис. 1 – Зависимость степени помола от времени размолки

Это положительный эффект, так как мы знаем, что обычно время затрачиваемое на обработку ножевым воздействием меньше чем при безножевом. Такого эффекта мы достигли, подобрав режимы работы безножевой установки (скорость истечения струи, расстояние от насадки до преграды и др.), позволившие приблизиться к ножевым установкам по производительности и приросту градуса помола.

Выводы:

1. Продолжительность размолки вторичного волокнистого материала безножевым способом при прочих равных условиях сравнима с временем, затрачиваемым на размол ножевым способом. Это объясняется подбором оптимальных параметров работы безножевой установки (скорость истечения струи, расстояние от насадки до преграды и др.) позволившим приблизиться к ножевым установкам по производительности и приросту градуса помола [2].
2. Качественные показатели размолки при безножевой обработке более высокие по сравнению с ножевой. Так как в ножевых размалывающих машинах

волокна подвергаются в основном сильному рубящему воздействию без значительного фибриллирования, что приводит к снижению прочностных характеристик готовой продукции.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (FEFE-2020-0016).

Библиографический список

1. Марченко Р.А. Интенсификация безножевого размола волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве: дис. ... к-та техн. наук. Красноярск, 2016. –161 с.

2. Марченко Р.А., Шуркина В.И. Безножевая обработка волокнистых растительных полуфабрикатов // Решетневские чтения: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (11–15 нояб. 2019, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2019. Ч. 2. – С. 100 – 102.

УДК 547.89

НОВЫЕ МАКРОЦИКЛИЧЕСКИЕ N,O – СОДЕРЖАЩИЕ ОСНОВАНИЯ ШИФФА

Мухина Ю.В., Поповская А.М., Рудаков А.С., Александрова Е.А.
*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: juliamysh8@gmail.com*

NEW MACROCYCLIC N,O – CONTAINING SCHIFF BASES

Mukhina Yu. V., Popovskaya A.M., Rudakov A.S., Aleksandrova E.A.
*Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
Higher School of Technology and Energy*

Макроциклическая и супрамолекулярная химия превратились в одну из наиболее активных и многообещающих областей химической науки, эта область охватывает разнообразные фундаментальные аспекты молекулярного распознавания и самоорганизации и использует эти биологические принципы для создания интеллектуальных искусственных систем. Поэтому существует огромный потенциал (часть которого в настоящее время используется) для будущих применений в таких областях, как био- и нанотехнологии, защита

окружающей среды, катализ, молекулярная электроника и фотоника, а также медицина.

Особое место в ряду макроциклических соединений занимают макроциклические основания Шиффа.

Основания Шиффа (азометины) – соединения, содержащие связь $C=N$, – широко используются в органическом синтезе. Они образуют важный класс соединений, применяемых в медицинской и фармацевтической химии, так как обладают антибактериальной, противогрибковой и противоопухолевой активностью. Среди азометинов, синтезированных на основе ароматических и гетероциклических альдегидов, найдены противотуберкулезные средства (фтивазид, салюзид, тиацетазон), активные против грамположительных и грамотрицательных бактерий (фурациллин, фурадонин, фуразолидон) и другие, широко используемые в медицинской практике [1].

В последнее время активно ведутся исследования по получению макроциклов, включающие как азометиновые связи, так и фрагменты краун-эфиров, то есть группировки C-O-C. Заинтересованность в них обусловлена тем, что они проявляют более высокую экстракционную способность и имеют определенную гибкую геометрию, способную обеспечить кинетику комплексообразования и разложения [2].

Макроциклы, содержащие в цикле одновременно атомы азота и кислорода, на данный момент являются наименее изученными. В связи с этим нами синтезированы новые основания Шиффа **4** конденсацией диальдегидов **3**, полученных на основе салицилового альдегида **1** и дигалогенпроизводных **2**, с ароматическими, циклоалифатическими и алифатическими диаминами (рис. 1).

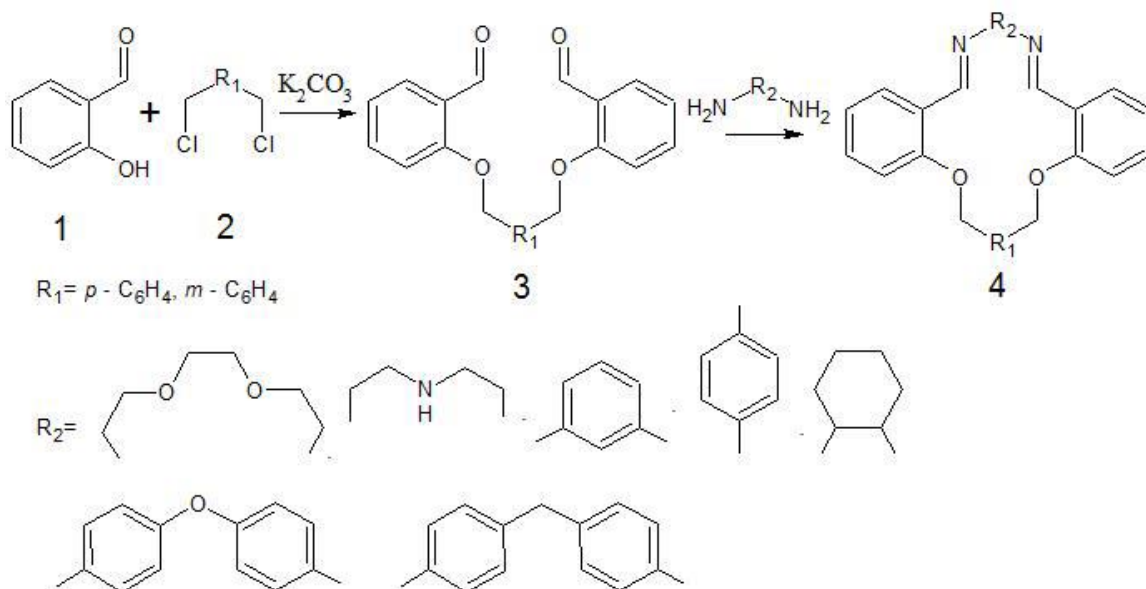


Рис. 1 – Схема синтеза N, O – содержащих макроциклических оснований Шиффа

Научный руководитель – профессор Тришин Ю.Г.

Библиографический список

1. Яцимирский, К.Б. Синтез макроциклических соединений/ К.Б. Яцимирский, А.Г. Кольчинский, В.В. Павлищук, Г.Г. Павлищук. – Киев: «Науковадумка». – 1987. – 280 с.
2. D. McNaught, UPAC. Compendium of Chemical Terminology/ Compiled by A. D. McNaught, A. Wilkinson// Blackwell Scientific Publications. – 1997. – P. 1622.

УДК: 544.77

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ТОЧКУ НУЛЕВОГО ЗАРЯДА БЫЧЬЕГО ГЕМОГЛОБИНА

Нестерова Д.И., Чеботова П.А.

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
e-mail: d.nesterova.00@gmail.comavininningur@mail.com*

INFLUENCE OF ELECTROLYTES ON THE POINT OF ZERO CHARGE OF BOVINE HEMOGLOBIN

Nesterova D.I., Chebotova P.A.

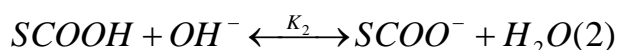
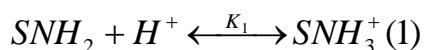
St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Бычий гемоглобин (НВ) – понятие гемоглобин применяется не для конкретного соединения, а для группы очень схожих по строению гемпротеинов. Гемоглобины различаются аминокислотным составом белковой части молекулы, определяемым генетическими факторами (только у

человека имеется несколько видов нормальных гемоглобинов). Последовательности аминокислот у различных видов животных неодинаковы, что отражается в растворимости, изоэлектрической точке, сродстве к кислороду и устойчивости изолированных пигментов к кислотам, щелочам и нагреванию [1,2]. НВ – гемоглобин крупного рогатого скота получил широкое распространение в биохимических исследованиях. НВ выделяют из очень доступного сырья. Это и изученность его свойств делают НВ очень востребованным на рынке химического сырья, поэтому он является прекрасной модельной системой для изучения свойств гемоглобинов. [1,2,3].

Целью данной работы является определение рН точки нулевого заряда ($pH_{\text{ТНЗ}}$) бычьего гемоглобина методом непрерывного потенциометрического титрования.

Непрерывное потенциометрическое титрование позволяет определить сорбцию ионов H^+ и OH^- . Вначале титруется фоновый раствор электролита, а затем - водная дисперсия НВ в растворе этого электролита. Титрант добавлялся порциями по 0,1 мл с интервалом в 30 секунд и регистрировались значения рН на рН-метре фирмы Mettler Toledo. На рис. 1 приведены две кривых потенциометрического титрования: одна - кривая потенциометрического титрования дисперсии НВ в растворе уксусной кислоты, вторая - титрования фонового раствора уксусной кислоты такой же концентрации. На amino- и карбоксильных группах НВ в водных растворах адсорбируются одновременно ионы H^+ и OH^- . В общем виде можно записать две реакции:



где **S** – символ поверхности гемоглобина. Соответственно в зависимости от того, адсорбция каких ионов преобладает, белок приобретает либо положительный, либо отрицательный заряд [3-5]. Равенству количества адсорбированных протонов и гидроксид-ионов соответствует точка пересечения кривых титрования - точка нулевого заряда ($pH_{\text{ТНЗ}}$). В области рН

$< \text{pH}_{\text{ТНЗ}}$ кривая титрования с НВ идет выше, чем без белка (во всех случаях), вследствие преобладания сорбции H^+ - ионов на гемоглобине. Белок в этой области рН заряжен положительно. В области $\text{pH} > \text{pH}_{\text{ТНЗ}}$ кривая с белком идет ниже, чем без белка из-за преобладания сорбции OH^- - ионов, при этом НВ заряжается отрицательно.

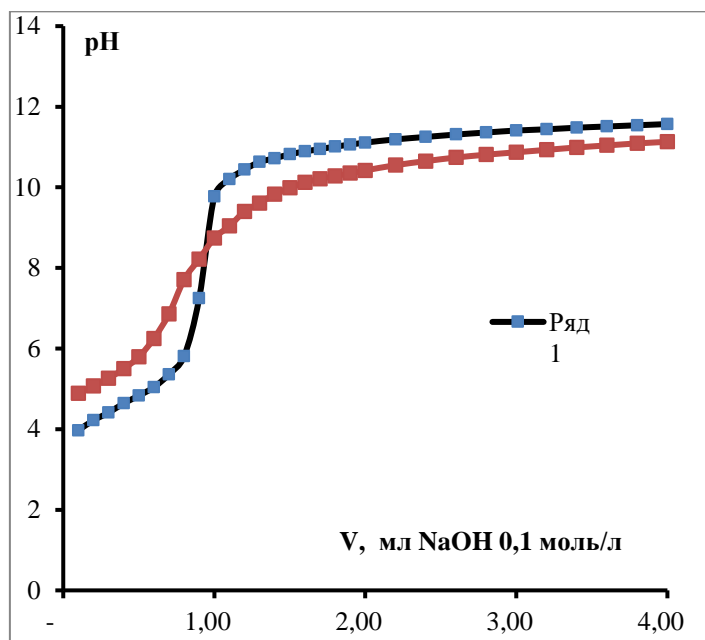


Рис.1 – Кривые потенциометрического титрования: 1 ряд – кривая титрования 50 мл 0,002 моль/л уксусной кислоты; 2 ряд – кривая титрования НВ + 50 мл 0,002 моль/л уксусной кислоты.

Из рис.1. видно, что $\text{pH}_{\text{ТНЗ}} = 8,2$. Важно отметить, что изоэлектрическая точка ($\text{pH}_{\text{ИЭТ}}$) соответствует электрокинетическому потенциалу равному нулю ($\zeta = 0$), а ТНЗ равенству количества адсорбированных H^+ и OH^- ($\Gamma_{\text{H}^+} = \Gamma_{\text{OH}^-}$). В отсутствие специфической адсорбции $\text{pH}_{\text{ТНЗ}} = \text{pH}_{\text{ИЭТ}}$. Согласно литературным данным [3] ИЭТ бычьего гемоглобина колеблется в диапазоне рН от 6,2 до 6,7. Если есть специфически сорбирующие анионы, ТНЗ смещается в щелочную область, а ИЭТ в кислую, в этом случае значения ИЭТ и ТНЗ сильно различаются. В данном случае ТНЗ сместилась в щелочную область, что свидетельствует о специфической сорбции CH_3COO^- . Это согласуется с тем, что для всех белков потенциал образующими ионами являются карбоксильные и аминогруппы. Как известно значения $\text{pH}_{\text{ИЭТ}}$ для белков, полученные различными авторами колеблется в довольно широком диапазоне рН, что, по-видимому, связано с определением ИЭТ в буферных растворах, которые, как

правило, содержат многозарядные ионы, способные сорбироваться специфически. Поэтому истинное значение соответствует условиям $pH_{ИЭТ} = pH_{ТНЗ}$. Так как процессы устойчивости, коагуляции, агрегации дисперсных систем в значительной степени определяются положением ИЭТ, необходимо учитывать её смещение в присутствие специфически сорбирующихся ионов.

Библиографический список

1. Branden, C. Introduction to Protein Structure. Second Edition / C. Branden, J. Tooze. – United States: Garland Science, 1999. - 426 с.
2. Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов / Г. Бриттон. - М.: Мир, 1986. – 422 с.
3. Родионова Е. Ю., Дмитриева И. Б., Чухно А. С. Электрокинетические свойства гемоглобина в водных растворах 1-, 2- и 3-зарядных ионов. Бутлеровские сообщения. 2013. Т.34. №6. С.135-140.
4. Чухно А.С., Дмитриева И.Б. и др. Адсорбция ионов H^+ и OH^- на коллагене / А.С. Чухно и др. // Вестник СПбГУ. - 2011. - 4. - №3. - С. 87- 95.
5. Davis, J.A. Surface ionization complexation at the oxide – water interface / J.A. Davis, R.O. James, J.O. Leckie // Journal of Colloid and Interface Science. - 1978. - 63. - № 3. - P.480-499.

УДК 621.039.73

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИНТЕКСИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Николаев В.О., Нигматуллин Д.Р.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт

(технический университет)

e-mail: nicolaevvasya@yandex.ru

RESEARCH ON ENHANCEMENT OF ELECTROCHEMICAL DECONTAMINATION PROCESS BY ULTRASONIC EXPOSURE

Nikolaev V.O., Nigmatullin D.R.

Saint-Petersburg State Institute of Technology

На сегодняшний день в РФ остановлены шесть блоков АЭС, и в дальнейшем это число будет только увеличиваться. В ходе вывода из эксплуатации (ВиЭ) крупного энергетического реактора генерируются большие объёмы металлических радиоактивных отходов (МРАО). К примеру, при ВиЭ блока с реактором ВВЭР ожидается образование около 5900 тонн МРАО [1]. Затраты на дальнейшее захоронение этих отходов могут быть снижены путем их дезактивации – при условии наличия высокоэффективной

и малоотходной технологии. Этим требованиям отвечает совмещенная электрохимическая и ультразвуковая дезактивация [2].

Электрохимическая очистка (дезактивация) основана на явлениях, которые протекают на поверхности металла, погруженного в электролит и подключенного к источнику тока, обычно в качестве анода. Из-за пассивации, а также поляризации анода скорость очистки может существенно снижаться. Ультразвуковая очистка основывается на возникновении в жидкости вторичных явлений под действием ультразвука [2]: кавитации и ударных волн, акустических течений и т.д. Эти явления позволяют уменьшить отрицательное влияние пассивации и поляризации анода, ускорить отслаивание оксидной пленки, в которой обычно и сосредоточены радиоактивные загрязнения.

В ходе работы проводили исследования по подбору наиболее подходящего дезактивирующего агента при дезактивации методом совмещенной электрохимической и ультразвуковой обработки, а также по выбору реперного радионуклида. В качестве объектов исследования были взяты образцы нержавеющей стали 08X18H10T, искусственно загрязненные ^{60}Co , ^{137}Cs и ^{90}Sr . Образцы готовили следующим образом: на каждый наносили 3 капли по 30 мм^3 радиоактивного раствора, затем сушили на воздухе в течение 12 часов и подвергали обработке при $450\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 24 часов, что позволило добиться хорошего закрепления загрязнения и образования плотного оксидного слоя.

Эффективность обработки оценивали по коэффициенту дезактивации (K_d), который рассчитывали, как отношение скоростей счета от образца до и после дезактивации за вычетом фона. Скорость счета контролировали с помощью радиометра бета-излучения «РАДЭК» в составе блока детектирования БДЕБ-60, прибора счетного типа PS-2017 и малофоновой свинцовой камеры.

Дезактивацию проводили на лабораторной установке, включающей ультразвуковую ванну МО-283.1, источник питания постоянного тока Element 3010D, вольтамперметр М2018, верхнеприводную мешалку

Heidolph Instruments D-91126. В качестве электролитов использовались 10% (масс.) растворы $H_2SO_4, HNO_3, H_2C_2O_4, H_3PO_4, Na_2SO_4, NaNO_3, NaOH$. Время дезактивации составило 3 минуты, при плотности тока 10 А/дм^2 . Результаты экспериментов для удобства их анализа приведены в таблицах.

Таблица 1

Результаты электрохимической дезактивации при механическом перемешивании

	Коэффициент дезактивации K_d (среднее значение для 3 образцов)							
	Радионуклид	H_2SO_4	HNO_3	$H_2C_2O_4$	H_3PO_4	Na_2SO_4	$NaNO_3$	$NaOH$
^{60}Co	3,4	1,4	1,2	1,4	1,4	1,2	1,2	
^{137}Cs	8,4	5,9	4,9	3,2	5,7	4,1	4,5	
^{90}Sr	28	4,6	1,8	2,7	2,9	2,3	2,1	

Таблица 2

Результаты совмещенной электрохимической и ультразвуковой дезактивации

	Коэффициент дезактивации K_d (среднее значение для 3 образцов)							
	Радионуклид	H_2SO_4	HNO_3	$H_2C_2O_4$	H_3PO_4	Na_2SO_4	$NaNO_3$	$NaOH$
^{60}Co	9,5	1,9	1,4	1,6	1,5	1,2	1,2	
^{137}Cs	17	6,1	5,5	4,3	6,4	3,9	4,5	
^{90}Sr	115	4,5	1,8	4,3	4,1	2,2	2,3	

В результате проведенных экспериментов было показано, что совмещенная дезактивация обладает более высокой эффективностью по сравнению с чисто электрохимической обработкой при механическом перемешивании раствора. Впоследствии было продемонстрировано, что эта разница растет с увеличением длительности процесса.

Наиболее эффективным дезактивирующим агентом из числа опробованных оказалась серная кислота.

Наименьшая эффективность дезактивации наблюдалась в случае образцов, загрязненных ^{60}Co . Очевидно, это объясняется схожестью его химических свойств с основными компонентами нержавеющей стали (Fe, Ni), что позволяет радионуклиду более прочно закрепляться в оксидной пленке. Показано, что в дальнейших экспериментах ^{60}Co может быть использован в

качестве реперного радионуклида, удаление которого гарантирует высокую эффективность очистки и от других радиоактивных загрязнений.

Библиографический список

1. Обращение с радиоактивными отходами в России и странах с развитой атомной энергетикой: Сборник / В.А. Василенко [и др.]; под общ. ред. В.А. Василенко. – СПб.: ООО «НИЦ «Моринтех», 2005. – 304 с.

2. Способ переработки металлов, содержащих прочнофиксированные поверхностные радиоактивные загрязнения: пат. 2635202 Рос. Федерация. № 2015146215; заявл. 28.10.2015; опубл. 09.11.2017, Бюл. № 31. – 12 с.

УДК 331.45

ОПТИМИЗАЦИЯ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОТЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Образцова А.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» (ТвГТУ),
e-mail: anka.obraztzova@yandex.ru*

OPTIMIZATION OF COLLECTIVE PROTECTION MEASURES AT WORK AT HEIGHT IN CONSTRUCTION

Obraztsova A.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tver State Technical University" (TvSTU)

В строительстве значительная часть рабочих мест располагается вблизи перепада по высоте более 1,8 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте. Как показывает практика производств, опасность напрямую связана с отсутствием средств защиты, которые предназначены для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и/или опасных производственных факторов [1].

Путем анализа данных Федеральной службы по труду и занятости, было выявлено, что самая травмоопасная сфера деятельности в России по итогам 2018 года — строительство. Всего на производстве произошло 5,4 тыс. несчастных случаев с тяжёлыми последствиями. Более трети несчастных случаев (34%) — падение работника с высоты [2].

Актуальность выбора данной темы обусловлена тем, что практически на конкретных строительных объектах не все требования выполняются и

внедрены в производство для достижения безопасных условий труда при работах на высоте. Существует необходимость применять дополнительные средства и способы обеспечения безопасности труда при работах на высоте. Это выполнимо согласно п. 6.2 ГОСТ Р 12.3.050-2017[3], в котором говорится, что при необходимости на строительном объекте есть возможность разработки и использования в ограниченном количестве нестандартных средств обеспечения безопасности работ на высоте.

Работникам строительных объектов был предложен метод анкетирования. Одна из анкет служит для оценки травмоопасности, вторая – эффективности применения средств индивидуальной защиты, третья – организации работ по охране труда на строительном объекте. По результатам анкетирования состоялась согласованность мнения экспертов, которое соответствует наличию проблемы защиты работника по признаку травмоопасности.

Основная цель работы – разработка уникальной конструкции защитного ограждения оконных проемов наружных стен.

В технологическом цикле монолитного домостроения устройство наружных стен осуществляется, как правило, кирпичной кладкой с прослойкой утеплителя. При кладке таких стен каменщик подвергается опасности падения с высоты в оконный проем, особенно при установке перемычки и кладке верхних слоев кирпичей, когда работа ведется с подмостей.

Одним из способов, обеспечивающих безопасность работников при выполнении работ, является использование предохранительных поясов и страховочных канатов. Но результаты анкетирования и практика показывают, что им не всегда удобно работать в такой экипировке, они стараются её не использовать. Осуществлять постоянный контроль над каждым каменщиком практически невозможно.

Для обеспечения безопасности труда работников в таких условиях предлагается изготовление и использование защитного ограждения оконных проемов наружных стен (рис. 1.), которое:

во-первых, легко устанавливается и снимается, а также гарантированно защищает работников от падения на любой отметке строящегося дома;

во-вторых, исключает возможность самопроизвольного раскрепления;

в-третьих, изготавливается из арматуры, тонких труб и других материалов непосредственно на строительном объекте;

в-четвертых, позволяет визуально контролировать установку и наличие ограждения в оконных и других проемах с внешней стороны здания.

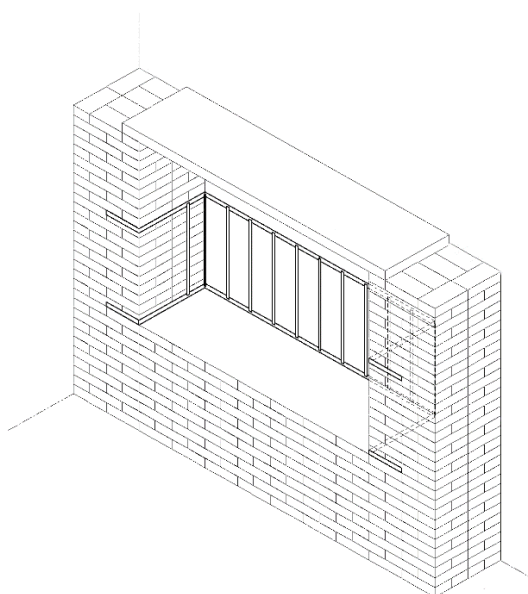


Рис. 1. – Предлагаемая конструкция защитного ограждения

Научная и практическая значимость работы заключается в том, что на основе изучения нормативно-правовой документации в области охраны труда, исследования условий труда в строительстве с использованием метода анкетирования и экспертного подхода оценки риска предложены организационные и технические решения по обеспечению безопасных условий труда и оптимизации средств коллективной защиты.

Предлагаемая конструкция защитного ограждения оконных проемов наружных стен рекомендована к применению на строительных объектах для снижения травматизма при выполнении работ на высоте.

Библиографический список

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 марта 2014 г. N 155н "Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте" (с изменениями и дополнениями). Приложение. Правила по охране труда при работе на высоте. – М.: Российская газета, N 251, 05.11.2014 – 57 с.

2. Федеральная служба по труду и занятости: [электронный ресурс]. Url: <https://www.rostrud.ru>. (дата обращения 22.10.2019).

3. ГОСТ Р 12.3.050-2017 (ССБТ). Строительство. Работы на высоте. Правила безопасности. – М.: Стандартинформ, 2017 – 34 с.

УДК 628.16.081.3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА АДСОРБЦИЮЦИПРОФЛОКСАЦИНА НА ОКСИДЕ ЖЕЛЕЗА (III)

Одинцова Т.С., Мудрак Т.А., Эрдни-Гаряев С.Э.

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет

e-mail: sergey.erdny-garyayev@pharminnotech.com

INFLUENCE OF ELECTROLYTES ON THE ADSORPTION OF CYPROFLOXACIN ON IRON (III) OXIDE

Odintsova T.S., Mudrak T.A., Erdni-Garyayev S.E.

Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

В течение последних пятнадцати лет лекарственным средствам уделяется все больше внимания в качестве потенциальных биологически активных веществ в окружающей среде. Лекарственные препараты постоянно вводятся в окружающую среду и распространены в небольших концентрациях, что может повлиять на качество воды и потенциально повлиять на снабжение питьевой водой, экосистему и здоровье человека [1].

Лекарственные средства, наиболее часто встречающиеся в сточных водах: антибиотики, антациды, стероиды, антидепрессанты, анальгетики, противовоспалительные средства, жаропонижающие средства, бета-блокаторы, гиполипидемические препараты, транквилизаторы и стимуляторы [2].

Цель настоящей работы – изучение влияния электролитов на очистку сточных вод сорбционным методом от ципрофлоксацина на поверхности оксида железа (III).

Исходным веществом для проведения экспериментальных исследований являлся лекарственный препарат ципрофлоксацин (рис. 1) – антибиотик из группы фторхинолонов II поколения, в виде лекарственной формы – раствор для инфузий «Ципрофлоксацин» 2 мг/мл 100мл производства ОАО «Синтез». Соединения фторхинолонового ряда обладают амфотерными свойствами.[3].

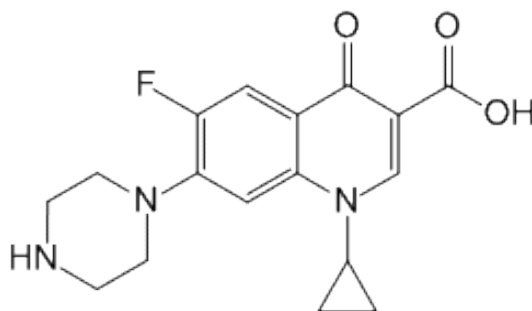


Рис. 1 – Структурная формула ципрофлоксацина.

Предельно допустимая концентрация в сточных водах– 2,5 мг/м³.

В качестве адсорбента использовали оксид железа (III). Поверхностные OH⁻ группы γ -Fe₂O₃ проявляет слабоосновные свойства, а ионы Fe³⁺ способны вступать в химические реакции как доноры и акцепторы электронов. Благодаря этому оксид железа может активно взаимодействовать с большой группой органических соединений. Размер частиц порошка оксида железа составлял 1-10 мкм, полученных фракционированием полидисперсных порошков методом седиментации. Порошок предварительно отмывался дистиллированной водой до равенства pH и электропроводности воды на входе и выходе, затем высушивался в термостате при 105⁰С до постоянного веса. Удельная поверхность оксида железа, определенная методом БЭТ, составляла 3 м²/г. В качестве электролитов использовали 0,1 М водные растворы натрия хлорида и кальция хлорида. Применяемые реактивы были марки ч.д.а. Определение концентраций ципрофлоксацина до и после адсорбции проводились на спектрофотометре СФ 2000[4].

Для изучения влияния электролитов на адсорбцию в 5 колбот меривалось по 20 мл растворов ципрофлоксацина различной концентрации (0,04%, 0,08%, 0,12%, 0,16%, 0,20%), далее для каждой серии из 5 растворов вводилось по 10 мл воды очищенной, 0,1 М NaCl и CaCl₂, затем в каждую колбу добавлялось по 0,2 г оксида железа (III), растворы выдерживались более часа. Растворы периодически перемешивались, затем растворы отфильтровывались с помощью фильтровальной бумаги, положенной в воронку для фильтрации в три слоя. Для более полного отделения частиц Fe₂O₃ использовался сильный магнит, далее определялась концентрация вещества спектрофотометрическим методом [4]. В работе была определена аналитическая длина волны для водного раствора ципрофлоксацина – 276 нм. Далее проводились измерение оптической плотности (D) исследуемых растворов при длине волны 276 нм. Построен калибровочный график D – C. График отражает линейный характер зависимости. Определены концентрации ципрофлоксацина в растворах до адсорбции и после адсорбции. По разнице концентраций растворов ципрофлоксацина до адсорбции и после адсорбции рассчитывали количество адсорбированного препарата [4]. Результаты расчетов представляли в графической форме (рис.2).

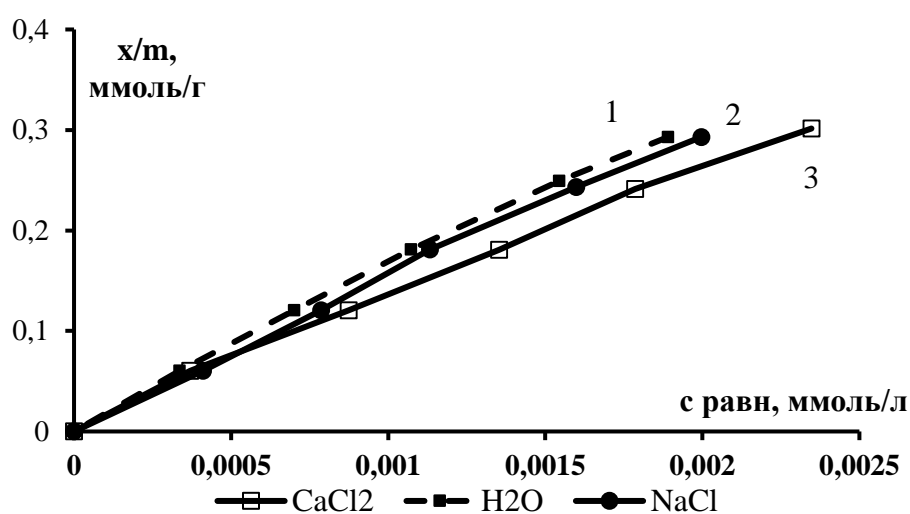


Рис. 2 – Изотерма удельной адсорбции ципрофлоксацина на Fe₂O₃: 1 – H₂O, 2 – NaCl, 3 – CaCl₂

Из рис. 2 видно, что удельная адсорбция ципрофлоксацина на оксиде железа (III) при добавлении электролитов снижается.

В работе изучено влияние электролитов на адсорбцию ципрофлоксацина на оксиде железа (III). Установлено, что с ростом заряда катионов в электролите и его концентрации в растворе адсорбция ципрофлоксацина на оксиде железа (III) снижается, что необходимо учитывать при использовании адсорбционного метода очистки сточных вод с высоким содержанием солей от ципрофлоксацина.

Библиографический список

1. Эрдни-Гаряев С.Э., Юсупов Р.Д., Пац К.М., Юшина А.Д. Достоинства и недостатки современных методов очистки промышленных сточных вод. // Сборник трудов VI конференции «Молодая фармация — потенциал будущего». Санкт-Петербург, 2016. С. 751-753
2. A review on removing pharmaceutical contaminants from wastewater by constructed wetlands: design, performance and mechanism / Li Y. et al. // Science of the Total Environment. – 2014. – Т. 468. – Р. 908-932.
3. Гонян С. А. Совершенствование способов анализа и обоснование состава лекарственных форм, содержащих ципрофлоксацина гидрохлорид: дис. – Пятигорск: [Пятигор. гос. фармацевт. акад.], 2004.
4. Дмитриева И.Б., Эрдни-Гаряев С.Э., Чухно А.С., Павлова Е.Ю., Коряковская М.О., Пюрбеева А.А. Адсорбция диклофенака натрия на активированном угле, оксиде и гидроксиде железа(III). Бутлеровские сообщения. 2018. Т.53. №3. С.136-141

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРА В ЦЕЛЛЮЛОЗЕ

Орлова А.В., Сидельников В.И., Суставова Т.А., Липин В.А., Софронова Е.Д.
*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна*
e-mail: sustebrother@mail.ru

DETERMINATION OF CHLORINE CONTENT IN CELLULOSE

Orlova A.V., Sidelnikov V.I., Sustavova T.A., Lipin V.A., Sofronova E.D.
Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design

В связи с растущей обеспокоенностью по поводу нежелательных побочных продуктов, которые могут оказать воздействие на здоровье человека и окружающей среды, природоохранные агентства развитых стран регулируют процесс производства древесной целлюлозы, чтобы исключить любые источники диоксинов в бумажной промышленности. Современные процессы отбеливания включают в себя отсутствие элементарного хлора (ECF) или полное отсутствие хлора (TCF). Безхлорная технология TCF, несмотря на свои преимущества, в силу ряда причин, так и не получила широкого распространения. Ее используют около 5 % предприятий. Наиболее широко для отбеливания в настоящее время применяется технология ECF. Она в максимальной степени использует достоинства хлорсодержащих реагентов и минимизировать хлорсодержащие отходы, включая диоксины [1,2].

К беленой целлюлозе для медицинских и ряда других целей потребители предъявляют ряд специфических требований, в том числе по содержанию хлора, как органически связанного хлора (ОХ), так и адсорбированного органического хлора (АОХ). Хотя предельное значение хлора в целлюлозе четко не определено, тем не менее, указывается, что по безхлорной технологии отбеливания TCF это менее 30 мг/кг целлюлозы, по технологии без применения молекулярного хлора ECF - 120-200 мг/ кг целлюлозы [3-5].

На предприятиях России, которые занимаются выпуском бумажных изделий, в том числе тисью-бумаги, традиционно используются хлорсодержащие химикаты. Стандарты качества на продукцию, которые включают показатель общего содержания галогенов адсорбированных

органических в целлюлозе в России отсутствуют. Существующие на российских предприятиях схемы отбелики целлюлозы, в основном, не позволяют обеспечить требуемый международными стандартами уровень содержания органически связанного хлора при достижении высокого качества беленой целлюлозы.

Для соответствия международным стандартам требуется модернизация ныне действующих на российских предприятиях схем отбелики с увеличением доли кислородосодержащих белящих реагентов, таких как кислород, пероксид водорода и озон, а также систематически проводить оценку содержания связанного хлора в выпускаемой продукции.

На базе ISO 11480:2017 был разработан усовершенствованный метод определения содержания общего хлора и органически связанного хлора в целлюлозных материалах. Сущность метода заключается в поглощении электролитом хлористого водорода, образующегося в процессе сжигания, и измерении микрокулонометрическим титрованием количества ионов хлора с регистрацией их массы в регистрирующем устройстве. Данный метод отличается высокой надежностью и позволяет производить количественные определения вплоть до концентрации 10 мг/кг.

С помощью указанного метода были проанализированы целлюлозы различных производителей и даны рекомендации по совершенствованию технологии отбелики с целью снижения содержания хлора в товарной целлюлозе. Показано, что для соответствия требованиям отдельных категорий потребителей требуется модернизация действующих на российских предприятиях схем отбелики с увеличением доли кислородосодержащих белящих реагентов, таких как кислород, пероксид водорода и озон.

Библиографический список

1. J. Counts, A. Weisbrod, S. Yin. Common Diaper Ingredient Questions: Modern Disposable Diaper Materials Are Safe and Extensively Tested / *Clinical Pediatrics*; 2017. Vol. 56, P. 235-275.
2. Suess H.U. *Pulp Bleaching Today*. Walter de Gruyter, 2010. 319 p.

3. Ragnar M., Törngren A. Ways to reduce the amount of organically bound chlorine in bleached pulp and the AOX discharges from ECF bleaching // Nordic Pulp and Paper Research Journal. - 2002. V.17. N.3. P. 234-239.

4. Patent 20030056295A1. US, PCT/SE01/01262. Reduction of organically bound chlorine formed in chlorine dioxide bleaching: US 2003/0056295 A1: 27.03.2003.

5. Colodette J.L., Mounteer A., Gomes C.M., Rabelo M.S., Eiras K.M. Eucalyptus kraft pulp bleaching: State-of-the-art and new developments :Материалыконференции 2005 TAPPI Engineering, Pulping, Environmental Conference - Conference Proceedings, 2006.

УДК 544.773.43

ПОЛУЧЕНИЕ ТАННИН-ЖЕЛАТИНОВЫХ ГИДРОГЕЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ РАНЕВЫХ ПОВЯЗОК

Осетров К.О., Ковалева П.А., Успенская М.В.

Университет ИТМО

e-mail:kesilo1592@gmail.com

THE USE OF COMPLEX OXIDIZING SYSTEM FOR PRODUCING TANNIN-GELATIN HYDROGEL COMPOSITION

Osetrov K.O., Kovaleva P.A., Uspenskaya M.V.

ITMOUniversity

Гидрогели, благодаря своей вязко-эластичной структуре, биосовместимости, упругости и ряду других уникальных свойств являются идеальными материалами для применения в качестве раневых покрытий и замещения человеческих тканей. Основу таких полимерных материалов обычно составляет синтетический или природный полимер, способный к сорбции-десорбции жидкости.

Желатин широко используется в медицине, поскольку он способен образовывать термообратимые гели, с одной стороны, но обладающий низкими физико-механическими характеристиками, с другой, для усиления которых необходимо применять дополнительно к физической сшивке—химическую. Большая часть используемых в настоящее время кросслинкеров токсична, что приводит к необходимости отмывки от остатковреагента и дополнительного контроля состава конечного продукта. Эфиры галловой кислоты, из которых по большей части состоит таннин (ТА), обладают

большим количеством гидроксильных групп, которые возможно окислить в альдегидные группы, способные взаимодействовать с амидными группами желатина [1], что с учетом противовоспалительного и анальгетического действия танина превращают его в перспективный безопасный кросслинкер для веществ белковой природы.

Для окисления гидроксильных групп *ТА* ранее применялись периодат натрия [1,2] и перекись водорода [3]. В то же время известна предложенная для контроля чистоты воды смешанная окислительная система (ОКС) из периодата калия и пероксида водорода [4], способная к быстрой генерации реакционноспособных радикалов ($O_2^{\cdot-}$, $\cdot OH$, $IO_3^{\cdot-}$, $IO_4^{\cdot-}$).

Таким образом цель настоящей работы - получение таннин-желатиновых композиций с использованием различных окислительных систем и сравнении их структуры с помощью метода ИК-спектроскопии.

Состав исследованных рецептов отображен в табл. 1.

Таблица 1

Состав изученных гидрогелей

№ рецептуры	Желатин, мг	Таннин, мг	Периодат калия, мг	Перекись водорода (3 % р-р), мл	ОКС :Таннин (моль/моль)
1				0,15	1 : 1
2				0,33	2 : 1
3			2,5	0,075	1 : 1
4			5	0,165	2 : 1
5			5		1 : 1
6			7,5		2 : 1

Методика синтеза: готовили 15%(масс.) раствор желатина в дистиллированной водой. К нему приливали 2 % (масс.) раствор таннина и 10М NaOH добавляли по каплям до pH=10 при интенсивном перемешивании. После чего раствор добавляли смесь периодата калия и перекиси водорода, заданных концентраций. Гелеобразование протекало при комнатной температуре в течение 4 часов.

Методика исследования: после синтеза гидрогелевые образцы высушивали до постоянной массы. ИК-спектры были получены на приборе Nicolet iS50 FTIR (ThermoScientific).

ИК-спектры полученных полимерных таннин-желатиновых композиций показали, что интенсивность пиков, обусловленных наличием водородных связей NH групп (3273 см^{-1}) и деформационных колебаний связей N-Н белков (1539 см^{-1}), ассоциируемых с образованием оснований Шиффа [1], максимальна при использовании избытка смешанной *OkC*. Для гидрогелевых образцов, синтезированных с большей концентрацией периодата калия, наблюдалось увеличение интенсивности пиков в областях 1656 см^{-1} (C-O) и 1317 и 1394 см^{-1} (C-N), обусловленных прохождением реакции Михаэлиса [2]. Увеличение количества перекиси водорода в изучаемой системе (рецептуры №1 и 2) не привело к существенному изменению структуры образующихся полимерных гидрогелей.

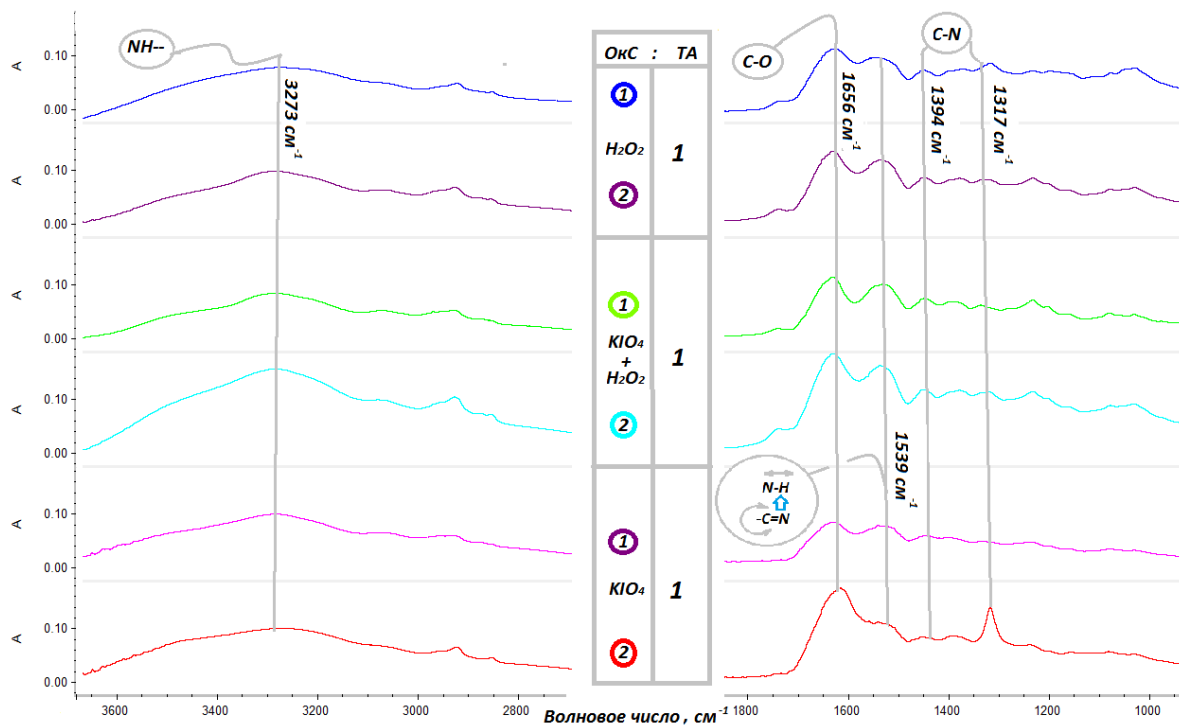


Рис. 1 – ИК-спектры полученных композиций

В ходе работы были получены и изучены ИК-спектры таннин-желатиновых гидрогелей. Было показано, что оптимальная окислительная способность, приводящая к наибольшей степени сшивке гидрогелей, была

достигнута применением избытка смешанной окислительной системы относительно таннина.

Библиографический список

1. Zhao Q., Mu S., Long Y., Zhou J., Chen W., Astruc D., Gaidau C. Gu H. Tannin-Tethered Gelatin Hydrogels with Considerable Self-Healing and Adhesive Performances// *Macromolecular materials and engineering*. – 2019. – V. 304. – № 4. – P. 1800664.

2. Ge S., Ji N., Cui S., Xie W., Li M., Li Y., Xiong L., Sun Q. Coordination of Covalent Cross-Linked Gelatin Hydrogels via Oxidized Tannic Acid and Ferric Ions with Strong Mechanical Properties // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2019. – V. 67. – P. 11489-11497.

3. Santos T.M., Souza Filho M.M., Muniz C.R. and other. Zein films with unoxidized or oxidized tannic acid// *Journal of the science of food and agriculture*. –2017. – V. 97. –№ 13. – P. 4580-4587.

4. Chadi N., Merouani S., Hamdaoui O., Bouhelassa M., Ashokkumar M. H₂O₂/Periodate (IO₄⁻): A novel advanced oxidation technology for the degradation of refractory organic pollutants // *Environmental Science: Water Research & Technology*. – 2019. – V. 5. – P. 1113-1123.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДОРАСТВОРИМЫХ
ВЕЩЕСТВ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ**

Петрова Е.А., Демьянцева Е.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Высшая школа технологии и энергетики

e-mail: kateri.petrova2018@yandex.ru

**PHYSICAL CHEMICAL PROPERTIES OF WATER-SOLUBLE
SUBSTANCES OF SOFTWOOD**

Petrova E.A., Demiantseva E.Yu.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design Higher School of technology and power engineering

Комплексное использование лесных ресурсов предполагает применение всей биомассы дерева, переработку древесных отходов, которые образовались в процессе заготовки древесины и переработки ее. На данный момент все больше внимания стало привлекаться к изучению и путям использования всей биомассы дерева, в том числе и хвои. Хотя основную массу хвои составляют нерастворимые полисахариды и лигнин, все же ее наибольшую ценность представляют экстрактивные вещества, значительную часть из которых относят к биологически активным веществам. Соответственно, ее переработка должна быть направлена именно на получение экстрактивных веществ [1].

Основные критерии, определяющие выбор объекта исследования, в данной работе:

- уникальный химический состав;
- возможность использования в фармацевтических, парфюмерно-косметических и сельскохозяйственных целях;
- экологически чистое сырье;
- достаточные резервы на территории России.

В хвое найдены аскорбиновая кислота, каротин, витамины группы В, пантотеновая кислота (3,8-13,7 мкг/г), антоциановые соединения, накапливающиеся больше зимой и ранней весной, около 5% дубильных

веществ, алкалоиды. В состав эфирного масла входят также смоляные кислоты.

Несмотря на достаточно большое количество экспериментальных данных, посвященных изучению компонентов древесной зелени, они в основном направлены на определение химического состава веществ, при этом сведения об их коллоидно-химических свойствах в открытой литературе практически отсутствуют.

Целью данной исследовательской работы было проведение сравнительного анализа коллоидно-химических свойств (депрессия поверхностного натяжения, критическая концентрация агрегации), водных хвойных экстрактов древесины ели европейской, сосны обыкновенной, произрастающих в Северо-Западном регионе.

Полученные в данной работе изотермы поверхностного натяжения методом отрыва кольца Дю-Нуи хвойных водных экстрактов (рис.1) указывают на наличие в растворах веществ, обладающих поверхностно-активными свойствами [2].

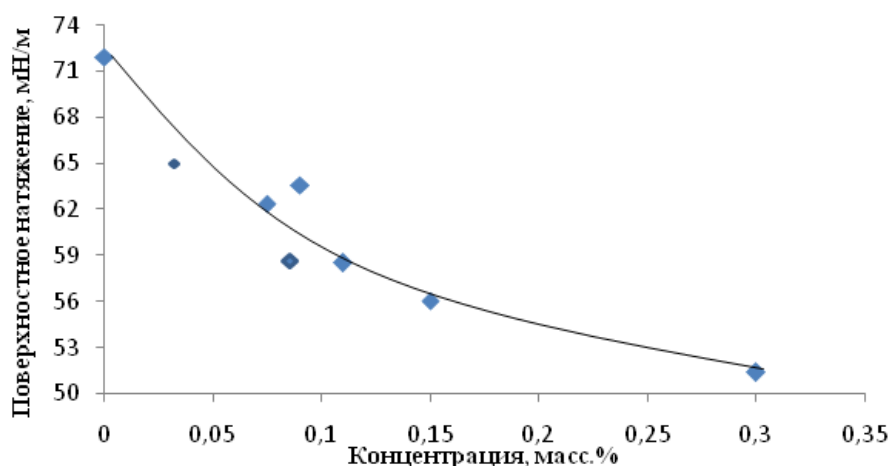


Рис.1 – Зависимость поверхностного натяжения водных экстрактов ели от концентрации веществ

Депрессия поверхностного натяжения для экстрактов ели составила 20 мН/м, для сосны 28мН/м. Из рис.1 видно отсутствие агрегации веществ ели в водных растворах, в отличие от экстрактов сосны. Вероятно, это связано с

отсутствием веществ, имеющих длинную углеводородную цепочку, способных при определенных концентрациях агрегировать. Исходя из данных изотермы поверхностного натяжения была рассчитана поверхностная активность полученных экстрактов, которая составила 15 мДж*м/кг для сосны и 13 мДж*м/кг для ели. Такая активность обуславливает хорошую эмульгирующую способность данных экстрактов. Это позволяет в перспективе применять данные системы в качестве дисперсионной среды для эмульсий первого рода. В результате проведенной работы установили, что поверхностная активность экстрактов сосны больше активности экстрактов ели.

Библиографический список

1. Васильев С.Н., Рощин В.И., Ягодин В.И. Экстрактивные вещества древесной зелени сосны обыкновенной (обзор). Растительные ресурсы, 1995. Т.32. № 2. – С. 79-119.

2. Осовская, И.И. Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца Дю-Нуи [Текст]: учебно-методическое пособие / И.И. Осовская, Е.Ю. Демьянцева, О.С. Андранович; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – 24 с.

**ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ПРИ
НАЛИЧИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПЛАСТОВОМ ФЛЮИДЕ**

Пилипенко М.С., Власова В.Д.

*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: rita.pilipenko@mail.ru*

**POSSIBLE OPTIONS OF CORROSION INHIBITORS IN THE PRESENCE
OF CARBONIC GAS IN A LAYERED FLUID**

Pilipenko M.S., Vlasova V.D.

Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkina

Для промышленных трубопроводов, транспортирующих нефть с большим содержанием пластовых сильноминерализованных вод или с большим содержанием сероводорода или углекислого газа, особую опасность представляет внутренняя коррозия.

Как правило, от внутренней коррозии трубопроводы защищают путем ввода ингибиторов коррозии, которые, адсорбируясь поверхностным слоем в трубе, образуют защитную пленку от действия коррозионной среды. Адсорбция конкретного ингибитора зависит от его физико-химических свойств, функциональных групп, ароматичности, стерического эффекта, плотности электронов у донорных атомов [1].

Ингибиторами коррозии называют химические соединения, которые, присутствуя в коррозионной системе в достаточной концентрации, уменьшают скорость коррозии без значительного изменения концентрации любого коррозионного реагента. Ингибиторами коррозии могут быть и композиции химических соединений.

Пленкообразующие ингибиторы коррозии особенно пригодны для профилактики хлоридной, углекислотной и сероводородной коррозии. Они могут вводиться в виде непрерывной подачи или периодической обработки, как в забое, так и в устье скважины. Обычная дозировка активных компонентов пленкообразующего ингибитора коррозии находится в диапазоне 10–100 ppm.

Эффективность пленкообразующих ингибиторов коррозии частично определяется силой их адсорбции поверхностью металла (или поверхностью железистых отложений, таких как сидерит, карбонат железа), с образованием защитного слоя, не позволяющего коррозионным химическим веществам, проникать к поверхности металла.

Существует несколько факторов, которые следует учитывать при выборе подходящего ингибитора коррозии, таких как доступность, экономическая эффективность, токсичность и, прежде всего, экологичность.

В настоящее время имидазолины нашли широкое применение в нефтяной и газовой промышленности. Производные имидазолина, своего рода экологически чистые ингибиторы коррозии, могут эффективно ингибировать коррозию металлов в среде CO_2 . Это свойство может быть приписано их уникальным структурам, которые включают имидазолиновое кольцо, длинную алкильную цепь и боковую цепь [3].

Химическая адсорбция может проводиться путем образования железо-азотной связи координатного типа и взаимодействия π -электронов в головной группе и железе. Альтернативно, физическая адсорбция определяется кулоновским притяжением, которое включает электростатическое притяжение между заряженной металлической поверхностью и заряженными молекулами ингибитора. Длина углеводородной цепи в структуре имидазолина характеризуется способностью образовывать защитные пленки благодаря ненасыщенности гидрофобных хвостов. Эта особенность способствует адсорбции на поверхности металла посредством процесса плоской адсорбции, блокируя активные участки и уменьшая коррозию.

Целью данной работы является исследование эффективности возможных композиций ингибиторов углекислотной коррозии на основе имидазолина.

Разработанные композиции включают имидазолин в качестве активной основы и НП АВ (оксиэтилированный моноалкилфенол на основе тримеров

пропилена) в качестве добавки, укрепляющей защитную пленку, в различных соотношениях.

Результаты исследований показали, что оптимальным соотношением имидазолин: ПАВ является соотношение 1:1, при содержании растворителя (метанола) в системе в количестве 50 % масс. Данный состав при концентрации 60г/м^3 обеспечивает защитный эффект около 86% при скорости коррозии менее $0,100\text{ г/(м}^2\cdot\text{ч)}$ в соответствии с технологическими требованиями к ингибиторам коррозии. Предложенная смесь является агрегативно устойчивой и удовлетворяет требованиям по температуре застывания, предъявляемым к промышленным ингибиторам коррозии.

В рамках дальнейших испытаний планируется подбор компонента, который будет способствовать увеличению защитного действия предложенной композиции за счёт синергетического эффекта и исследование эффективности ингибирования при различных концентрациях состава.

Библиографический список

1. Popova A., Christov M., Raicheva S., Sokolova E. Adsorption and inhibitive properties of benzimidazole derivatives in acidmild steel corrosion // Corrosion Science. - 2004. - № 46. - p. 1333-1350.
2. B. Alin, B. Outlaw, V. Jovancicevic, S. Ramachandran, and S. Campbell, "Mechanism of CO₂ Corrosion Inhibition by Phosphate Esters," Paper 99037, CORROSION 99, San Antonio, April 1999. - p. 25-30.
3. Jinxiang Liua, Weizhao Yub, Jun Zhanga, Songqing Hua, Long Youa, Guimin Qiaoa Molecular modeling study on inhibition performance of imidazolines for mild steel in CO₂ corrosion. Applied Surface Science, Volume 256, Issue 14, 1 May 2010. - p. 4729-4733.

**ИЗУЧЕНИЕ АДсорбции БЕНЗИЛПЕНИЦИЛЛИНА НА ОКСИДЕ
ЖЕЛЕЗА (III) ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Подивилова Е.А., Савви К.И., Эрдни-Гаряев С.Э.
Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
e-mail: sergey.erdny-garyayev@pharminnotech.com

**STUDY OF THE ADSORPTION OF BENZYL PENICILLIN ON IRON
(III) OXIDE AT DIFFERENT TEMPERATURES**

Podivilova E.A., Savvi K.I., Erdni-Garyayev S.E.
Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Поддержание качества воды является основной глобальной проблемой из-за растущего использования лекарственных средств и связанных с ними биологически активных веществ (БАВ). Поскольку вся вода используется повторно, гидрологический цикл на городской территории требует защиты посредством очистки, чтобы гарантировать надлежащее качество воды [1].

Высокое потребление антибиотиков в амбулаторных условиях является важным фактором, способствующим распространению лекарственной устойчивости. Бета-лактамы и тетрациклины являются наиболее популярными антибиотиками, вместе составляющими 95% общего пула антибиотиков, применяемых во всем мире. Антибиотики не удаляются полностью в процессе очистки сточных вод и мигрируют в водные экосистемы вместе со сбрасываемыми очищенными сточными водами [2].

Цель настоящей работы – изучение влияния температуры на очистку сточных вод сорбционным методом от бензилпенициллина на поверхности оксида железа (III).

Исходным веществом для проведения экспериментальных исследований являлся лекарственный препарат (рис. 1) – антибиотик из группы пенициллинов, получаемые путем биологического синтеза, в виде лекарственной формы – порошок для приготовления раствора для инъекций «Бензилпенициллина натриевая соль» 1 г производства ОАО «Синтез». Бензилпенициллина натриевая соль — натриевая соль 3,3-диметил-7-оксо-6-фенилацетамидо-4-тиа-1-аза-бицикло- [3,2,0] -гептан-2-карбоновой

кислоты – $C_{16}H_{17}N_2NaO_4S$, молекулярная масса - 356,38. Предельно допустимая концентрация в сточных водах – 20 мг/м³.

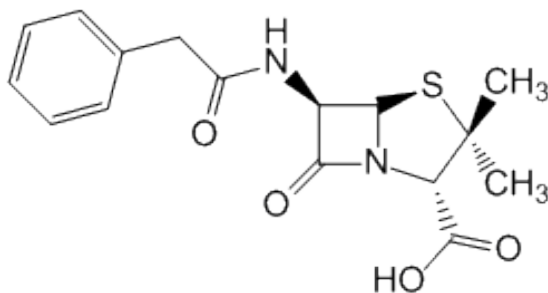


Рис. 1 – Структурная формула бензилпенициллина.

В качестве адсорбента использовали оксид железа (III). Центрами адсорбции органических соединений на поверхности оксида железа являются координационно-ненасыщенные ионы Fe^{3+} , а также ионы O^{2-} и OH^- , образующиеся в результате диссоциативной хемосорбции кислорода и воды на свежесформированной поверхности оксида. Поверхностные OH^- группы $\gamma-Fe_2O_3$ проявляет слабоосновные свойства, а ионы Fe^{3+} способны вступать в химические реакции как доноры и акцепторы электронов. Благодаря этому оксид железа может активно взаимодействовать с большой группой органических соединений. Размер частиц порошка оксида железа составлял 1-10 мкм, полученных фракционированием полидисперсных порошков методом седиментации. Порошок предварительно отмывался дистиллированной водой до равенства рН и электропроводности воды на входе и выходе, затем высушивался в термостате при 105⁰С до постоянного веса. Удельная поверхность оксида железа, определенная методом БЭТ, составляла 3 м²/г.

Количество адсорбированного бензилпенициллина определяли по изменению концентрации растворов до адсорбции и после адсорбции спектрофотометрическим методом [3].

Для изучения адсорбции при различных температурах в 5 колб вводилось по 20 мл растворов бензилпенициллина натриевой соли различной концентрации (1%, 2%, 3%, 4%, 5%), затем в каждую колбу добавлялось по 0,2 г оксида железа (III), серия растворов выдерживались более часа при 8⁰С и

25⁰С. Растворы периодически перемешивались, затем растворы отфильтровывались с помощью фильтровальной бумаги, положенной в воронку для фильтрации в три слоя. Для более полного отделения частиц Fe₂O₃ использовался сильный магнит, далее определялась концентрация вещества спектрофотометрическим методом [3]. Измерения проводились на спектрофотометре СФ 2000. Предварительно найдена аналитическая длина волны для водного раствора бензилпенициллина – 280 и 263нм. Далее проводились измерение оптической плотности (D) исследуемых растворов при длине волны 263нм. Построен калибровочный график D – С. График отражает линейный характер зависимости. Определены концентрации бензилпенициллина в растворах до адсорбции и после адсорбции. По разнице концентраций растворов бензилпенициллина до адсорбции и после адсорбции рассчитывали количество адсорбированного препарата [3]. Результаты расчетов представляли в графической форме (рис.2).

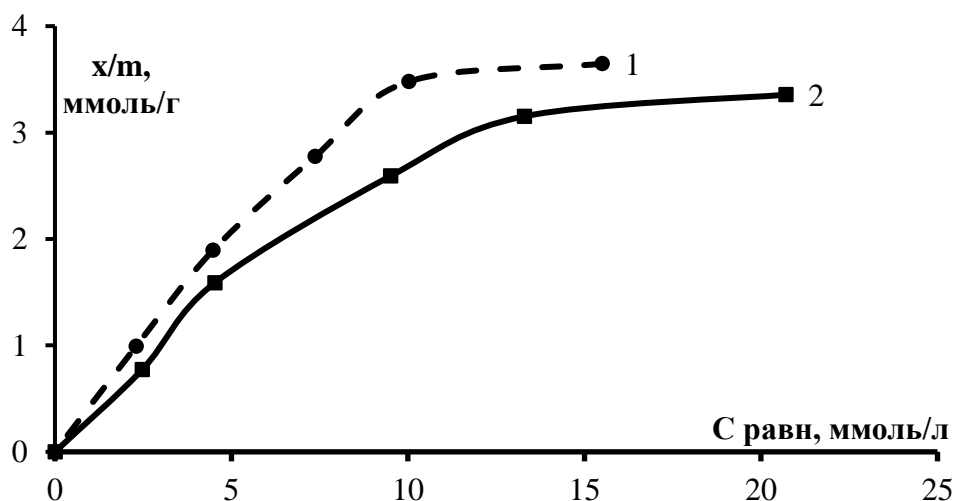


Рис. 2 – Изотерма удельной адсорбции бензилпенициллина на Fe₂O₃ при: 1 – 25⁰С, 2 – 8⁰С

В работе установлена высокая сорбционная способность оксида железа (III) к бензилпенициллину, которая уменьшается при понижении температуры.

Библиографический список

1. Эрдни-Гаряев С.Э., Юсупов Р.Д., Пац К.М., Юшина А.Д. Достоинства и недостатки современных методов очистки промышленных сточных вод. // Сборник трудов VI конференции «Молодая фармация — потенциал будущего». Санкт-Петербург, 2016. С. 751-753

2. A.Osińska A. et al. Quantitative occurrence of antibiotic resistance genes among bacterial populations from wastewater treatment plants using activated sludge //Applied Sciences. – 2019. – Т. 9. – №. 3. – Р. 387.

3. Дмитриева И.Б., Эрдни-Гаряев С.Э., Чухно А.С., Павлова Е.Ю., Коряковская М.О., Пюрбеева А.А. Адсорбция диклофенака натрия на активированном угле, оксиде и гидроксиде железа(III). Бутлеровские сообщения. 2018. Т.53. №3. С.136-141

УДК 676.08

ФОРМИРОВАНИЕ АДСОРБЦИОННОГО СЛОЯ В ВОДНО-ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРАХ КОМПОНЕНТОВ СУЛЬФАТНОГО ЛИСТВЕННОГО МЫЛА

Прманова Ж.К., Демьянцева Е.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики

e-mail: zh.prmanova@mail.ru

FORMATION OF THE ADSORPTION LAYER OF AQUA-ALKALINE SOLUTIONS OF SULPHATE HARDWOOD SOAP COMPAUNDS

Prmanova Zh.K., Demiantseva E.Yu.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering

В настоящее время в производстве целлюлозы преобладает сульфатный способ, при котором часть органических веществ древесины растворяется в варочном щелоке и затем сжигается в процессе регенерации варочных реагентов. Данная схема включает стадию выделения сульфатного мыла, являющееся сырьем для производства ценных лесохимических продуктов, таких как талловое масло, талловые жирные кислоты, талловая канифоль, нейтрол.

Известно, что качество и количество получаемых талловых продуктов зависит, как от состава и содержания экстрактивных смолистых веществ перерабатываемого сырья, так и от параметров процесса их извлечения. Несмотря на небольшое содержание в древесине, экстрактивные вещества оказывают влияние, как на свойства самой древесины, так и на пригодность ее к использованию в качестве сырья для производства целлюлозы. Состав экстрактивных веществ в большой степени зависит от породы древесины,

географических условий, сезона. В состав экстрактивных веществ входят жирные и смоляные кислоты, жиры, фенолы, терпены, алифатические и ароматические углеводороды и их производные, водорастворимые углеводы и т.д. Отсутствие смоляных кислот и высокое содержание неомыляемых веществ в древесине лиственных пород отражает наиболее существенное различие между древесиной лиственных и хвойных пород.

При отстаивании черных щелоков групповые компоненты смолистых веществ и индивидуальные соединения проявляют различную способность к выделению. Следует отметить, что в литературе недостаточно данных по взаимному влиянию компонентов сульфатного мыла на величину этого показателя. Целью исследовательской работы является расчет адсорбционного слоя по модели Рубена-Розена для анализа взаимодействия олеата натрия и неомыляемых веществ между собой и установление основных закономерностей поведения компонентов сульфатного мыла в водно-щелочных растворах.

Сульфатное мыло в растворе черного щелока представляет собой коллоидную систему, в которой смолистые вещества находятся как в молекулярно-растворимом состоянии, так и в виде мицеллярных агрегатов, подобно поверхностно-активным веществам. В работе были исследованы смеси олеата натрия и неомыляемых веществ в соотношении, соответствующем их содержанию в сульфатном мыле в технологических растворах сульфатцеллюлозного производства. Согласно модели Рубена-Розена, был проведен анализ взаимодействия компонентов сульфатного лиственного мыла на основе смесей олеата натрия и неомыляемых веществ, рассчитан состав адсорбционного слоя на границе раздела фаз жидкость-газ. Было установлено, что изменение температуры от 20 °С до 50 °С оказывает влияние на процесс формирования адсорбционного слоя. Содержание мольной доли олеата натрия при нормальных условиях составляет 0.96, а при повышении температуры до 50 °С снижается до 0.54. В результате было обнаружено, что при повышении температуры становится заметнее влияние

неомыляемых веществ в формировании поверхностного слоя в водно-щелочных растворах, при этом олеат натрия будет преимущественно находиться в смешанных мицеллах. Экспериментальные данные можно использовать в дальнейшем для разработки технологии выделения вторичных продуктов из отработанных щелоков сульфатцеллюлозного производства.

Библиографический список

1. Богомолов Б.Д., Сапотницкий С.А., Соколов О.М. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков. - М.: Лесн. пром-ть, 1989. - 360 с.
2. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение.- СПб: Профессия, 2005. - 520 с.

УДК 316.62

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ ГАЗА С УЧЁТОМ ОЦЕНКИ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ВАХТОВЫХ БРИГАДАХ

Пронина Д.Э., Волохина А.Т.

*Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина
e-mail: proninadasha99@mail.ru*

DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR DETERMINING THE PROFESSIONAL SUITABILITY OF EMPLOYEES OF GAS PRODUCTION ENTERPRISES, TAKING INTO ACCOUNT THE ASSESSMENT OF INTERPERSONAL RELATIONSHIPS IN SHIFT TEAMS

Pronina D.E., Volohina A.T.

Gubkin Russian state University of oil and gas (national research University)

Анализ поведения человека, работающего вахтовым методом, показывает, что наиболее сильным раздражителем, приводящим к ошибочным действиям, являются нервно-эмоциональные, умственные и социально-психологические перегрузки. На профессиональную пригодность вахтового персонала оказывают влияние не только сложные климатогеографические и производственные условия, но и социальная групповая изоляция.

Под групповой изоляцией понимается длительное пребывание группы в условиях ограниченного пространства, в результате которого возникает

эмоциональная напряженность в межличностных отношениях, ухудшаются взаимоотношения и комфортность в общении [1].

Цель исследования - на основе анализа существующей процедуры социометрического исследования предложить новый адаптированный вариант для оценки межличностных отношений в вахтовых группах и оптимального комплектования смен в вахте.

Одной из наиболее часто используемых психодиагностических процедур в социально-психологическом анализе групповых отношений является социометрия. Центральным в процедуре опроса является выбор социометрического критерия. Критерий – это основание выбора, в качестве которого выступает конкретная содержательная ситуация контактирования с другими людьми (дежурство, поход, день рождения и так далее). Критерий выглядит как вопрос, который задается группе. На основании социометрического критерия осуществляется предпочтение (положительный выбор) или отклонение (отрицательный выбор) одним индивидом другого. Например: «С кем из членов бригады Вы хотели бы работать в паре?» и т.п. [2]

В настоящей работе на основе анализа процедуры социометрии предложен свой адаптированный вариант для оценки межличностных отношений в вахтовых бригадах и оптимального комплектования смен в вахте.

Данный метод предполагает использование специальной социометрической карточки, включающей два критерия (табл. 1).

Таблица 1

Социометрическая карточка

№	Критерии	Выборы +			Выборы -		
1.	Если бы Ваша смена формировалась заново, с кем бы Вы хотели (не хотели) работать вместе?						

Кроме того, в целях упрощения обработки полученных данных рекомендуется ограничить число положительных и отрицательных выборов до трех. На основании полученных результатов составляется социометрическая матрица, которая состоит: по вертикали – из списка фамилий группы, расположенных в алфавитном порядке; по горизонтали – их

номера, под которыми испытуемые обозначены в списке. Пример такой социоматрицы представлен в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Кто выбирает (j)	Кого выбирают (i)												Сделанные выборы		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	+	-	Всего
1	Работник 1			+	+					-	-		+	3	2	5
2	Работник 2	-		+				+		-		+	-	3	3	6
3	Работник 3	+					+	+		-		-	-	3	3	6
4	Работник 4	+	-								+			2	1	3
5	Работник 5	-	+				-				-	+	+	3	3	6
6	Работник 6			+		-		+		-		-	+	3	3	6
7	Работник 7	+	+		-		+		-			-		3	3	6
8	Работник 8			+			-					-		1	2	3
9	Работник 9	-	+			-						+		2	2	4
10	Работник 10	-	+		+	+						-	-	3	3	6
11	Работник 11	+		-		-	-		+				+	3	3	6
12	Работник 12	+			+							+		3	0	3
		+	5	4	4	3	1	2	3	1	0	1	4	4		
		-	4	1	1	1	3	3	0	1	4	2	5	3		28
		всего	9	5	5	4	4	5	3	2	4	3	9	7		60
Кол-во взаимных выборов		+	3	1	2	2	0	2	2	0	0	1	1	2		16
Кол-во взаимных отклонений		-	2	0	1	0	1	2	0	0	1	1	2	0		10

Напротив фамилии каждого испытуемого заносятся данные о сделанных им выборах. Например, если Работник 1 отдал свой положительный выбор в эксперименте по первому критерию Работнику 3, то знак «+» ставится на пересечении первой строки и третьего столбца. Отрицательный выбор Работник 1 отдал Работнику 9, поэтому знак «-» записывается в квадрате на пересечении первой строки и девятого столбца. Если испытуемые сделали взаимные выборы, то соответствующие знаки этих выборов выделяют: зеленым цветом, если взаимный положительный выбор, красным, если взаимный отрицательный выбор. Дальнейшая обработка социометрических данных состоит в определении статусных групп: «Звёзды», «Предпочитаемые», «Принятые», «Непринятые», «Отвергнутые». Для этого необходимо вычислить среднее число выборов m :

$$m = \frac{60}{12} = 5 \quad (1)$$

, где 60 – общее количество сделанных выборов; 12 – число членов группы.

Таблица 3

Классификация испытуемых по итогам социометрического эксперимента

Статусная группа	Количество полученных выборов
«Звезды»	В два раза больше, чем среднее число полученных выборов одним испытуемым
«Предпочитаемые»	В полтора раза больше, чем среднее число полученных выборов одним испытуемым
«Принятые»	
«Непринятые»	В полтора раза меньше, чем среднее число полученных выборов одним испытуемым
«Отвергнутые»	Равно нулю или в два раза меньше, чем число полученных выборов одним испытуемым

В данном случае рекомендуется включить в состав смены работников, попавших в первые три статусные группы. Для оставшихся респондентов необходимо повторить процедуру оценки межличностных отношений, включив их в предполагаемый состав новой смены.

Полученные данные социоматрицы позволяют посчитать групповой индекс. Например, индекс групповой сплоченности вычисляется по формуле:

$$C_{\text{гр}} = \frac{16}{\frac{1}{2} \cdot 60} = 0,53 \quad (2),$$

где 16 – сумма всех взаимных положительных выборов в группе; 60 – количество всех сделанных выборов в группе.

Это означает, что более половины выборов, сделанных в группе, носят характер взаимности.

Очень важной задачей является создание оптимального социального микроклимата в вахтовой бригаде, который позволит сократить число нарушений, допускаемых работниками, и как следствие, обеспечит высокий уровень промышленной безопасности на предприятии.

Библиографический список

1. Еникеев М.И. Общая и социальная психология, 1999
 2. Марковская И.М. Социометрические методы в психологии: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999.
- УДК: 620.197.3

КОМПЛЕКСОНАТЫ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ - ИНГИБИТОРЫ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ И КОРРОЗИИ

Протазанов А.А.¹, Дриккер Б.Н.¹, Петренко П.И.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральский государственный лесотехнический университет,
e-mail: protazanov.a@yandex.ru

ALKALINE EARTH METAL COMPOUNDS - SALT AND CORROSION INHIBITORS

Protazanov A.A.¹, Driker B.N.¹, Petrenko P.I.¹

¹*Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, 620100, Russian Federation*

На предприятиях энергетического комплекса, в металлургической, химической и нефтяной промышленности важное значение имеет экономия энергоресурсов. Частично эта проблема решается путем сокращения водопотребления, организации замкнутых и бессточных систем водоснабжения. Однако эксплуатация систем водоснабжения показывает, что эффективность их работы снижается из-за коррозии, минеральных отложений и биообрастаний. Одним из способов, решающих указанные проблемы и применяемых в отечественной и зарубежной практике, является обработка воды, используемой в качестве хладагента, теплоносителя или гидротранспорта, реагентами, препятствующими образованию минеральных отложений, коррозии и биообрастаний. К числу таких реагентов относят органические фосфонаты (ОФ), их комплексоны, композиции на их основе, низкомолекулярные полимеры на базе малеиновой и акриловой кислот, молекулярная масса которых не превышает 10000[1-5].

Целью данной работы является исследование возможности использования в качестве ингибиторов коррозии и солеотложений комплексонов на основе органофосфонатов со щелочноземельными металлами.

Для изучения эффективности ингибирования коррозии и солеотложений щелочноземельными комплексонами были проведены исследования в динамических условиях при температуре 60-90 °С на воде, минерализация которой соответствует средним параметрам минерализации в системах отопления и охлаждения (CaCl_2 – 247,5 мг/дм³, NaHCO_3 - 378 мг/дм³, MgSO_4 – 150 мг/дм³). Некоторые из полученных результатов по ингибированию коррозии и солеотложений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исследование ингибирующих свойств композиций методом комплексной оценки. Температура 60-90°C, время экспозиции 3 часа.

Композиция	Температура, °C	Концентрация мг/дм ³	Скорость коррозии, мм/год, Ст.3	Количество отложений, мг
	60		0,47	0,25
	70		0,59	0,62
	80		0,65	0,69
	90		0,72	1,25
	60		0,198	0
	70		0,183	0
	80		0,152	0
	90		0,15	0
	60		0,035	0
	70		0,104	0
	80		0,094	0
	90		0,102	0
ОЭДФ-Zn	60	20	0,042	0
	70		0,038	0
	80		0,039	0
	90		0,02	0



Рис. 1 – С композицией Mg-НТФ (20 мг/дм³). Коррозия электродов. Температура 70°C. Время экспозиции – 3 ч.



Согласно данным приведенным в табл. 1 все указанные композиции имеют высокую эффективность по ингибированию солеотложений. Это связано с тем, что реагенты не сбалансированы по ОФ, т.е. его превышение по отношению к комплексонату позволяет полностью подавить солеотложения. Относительно высокой ингибирующей способностью композиций в отношении коррозии конструкционной стали на воде средней минерализации являются магниевые комплексонаты НТФ, не уступая при этом по эффективности комплексонату выпускаемому промышленностью (ОЭДФ-Zn). По нашему мнению, большая часть реагента обеспечивает ингибирование величин коррозии до нормативных величин за счет создания защитной пленки на поверхности металла, состоящей из гидроксидов железа и комплексонов щелочноземельных металлов. Собственно, об этом и свидетельствуют фотографии, представленные на рис. 1 и рис. 2.

Таким образом, установлено, что по своей эффективности, композиции на основе щелочноземельных металлов не уступают их цинксодержащим аналогам.

Библиографический список

1. Дрикер Б.Н., Линников О.Д., Тарантаев А.Г. Изучение возможности использования реагента КИСК-1 в качестве ингибитора коррозии и солеотложений // Практика противокоррозионной защиты. 2015, v. 1. №1 (75). P. 45-50.
2. Linnikov O.D., Driker B.N., Tarantaev A.G., Murashova A.I. PREVENTION OF SCALING AND CORROSION BY REAGENT KISK-1 // Desalination and Water Treatment. 2016, v. 57, №43, p. 20141-20145.
3. Tsurulnicova N.V., Driker B.N. Creatjn and study of formulations as inhibitors of metal corrosins and scaling for stabilization water treatment in water utilization systems (review) // J. of corrosions and scale inhibition. 2016, v. 5, №1, p. 66-86.
4. Дрикер Б.Н., Микрюков А.В., Грифуллин Д.Ш. Состав для удаления минеральных отложений // Патент России № 2544634, 2015.
5. Дрикер Б.Н., Мурашова А.И., Тарантаев А.Г., Цирульникова Н.В. Способ предотвращения минеральных отложений и коррозии металла // патент России № 2591975, 2016.

ДИСПРЕСНЫЙ СОСТАВ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА

Пугаев В.С., Андранович О.С., Демьянцева Е.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: vitya.pugaev@yandex.ru*

PARTICALE SIZE DISTRIBUTION OF SULPHATE SOAP COLLOID SOLUTIONS

Pugaev V.S., Andranovich O.S., Demyantseva E.Yu.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering

Черные щелока от производства различных волокнистых полуфабрикатов содержат большое количество ценных растворённых побочных продуктов, одним из которых является сульфатное мыло. Состав такого побочного продукта, применяющегося в различных отраслях промышленности (пищевой, кожевенной, строительной, фармацевтической промышленности [1]) представляет собой смесь, основу которой составляют приблизительно равные количества натриевых солей смоляных и жирных кислот и сравнительно меньшее количество неомыляемых и окисленных веществ.

Гетерогенность растворов сульфатного мыла не вызывает сомнений, однако дисперсный состав до настоящего времени не установлен [2]. В связи с этим целью данной работы является определение гидродинамического радиуса частиц сульфатного мыла, выделенного из различных пород древесины. Методом динамического светорассеяния на приборе PhotocorComplex был определен гидродинамический радиус частиц сульфатного мыла в водных растворах. Результаты представлены на рис.1.

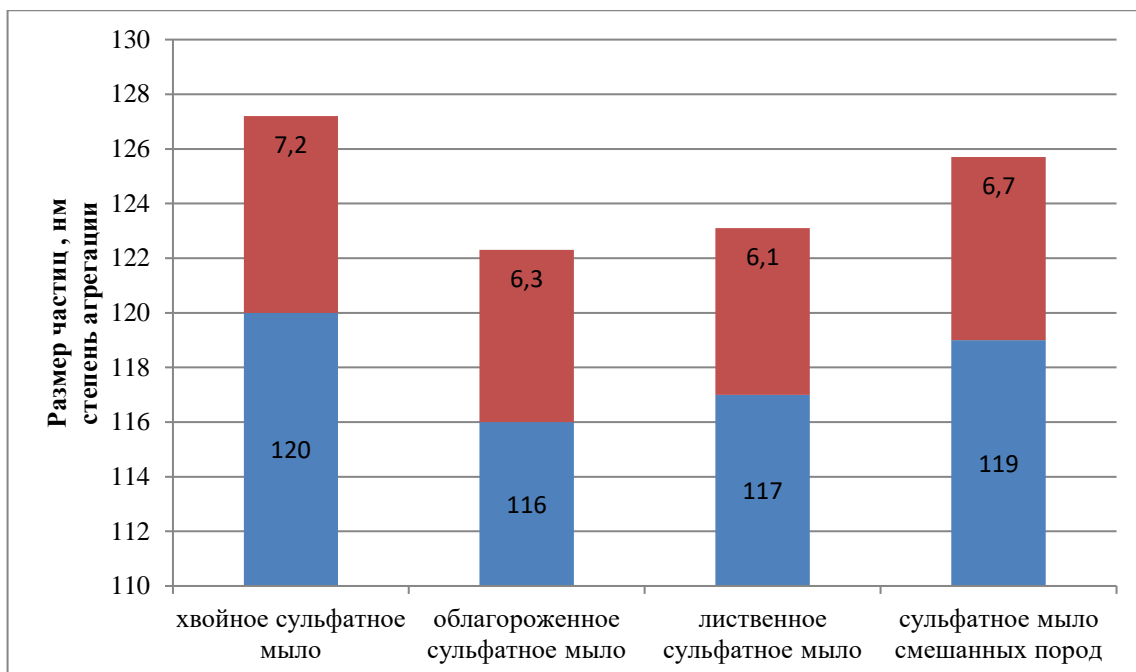


Рис.1 – Средний размер частиц и степень агрегации растворов хвойного, лиственного, облагороженного и смешанных пород древесины сульфатного

На основании сравнительного анализа полученных данных были сделаны следующие выводы:

- степень агрегации и размер частиц хвойного сульфатного мыла выше, чем у лиственного и облагороженного сульфатного мыла;
- значение степени агрегации и размера частиц сульфатного мыла, выделенного при варке смешанного типа пород, занимает промежуточное положение между сульфатным мылом хвойных и лиственных пород;
- наибольшую эффективность выделения сульфатного мыла из отработанных щелоков можно получить при варке хвойных пород древесины.

Библиографический список

1. Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. В 3-х т. Т. 2. Производство сульфатной целлюлозы /Ю.Н.Непенин, М.: Москва,–1990. - 13-14 с.
2. Труфанова М.В. Коллоидно-химические свойства гетерогенных систем на основе сульфатного мыла и продуктов его переработки: учебник. Архангельск – 2007 – 549–553 с.

**МАКРОЦИКЛИЧЕСКИЕ ЛИГАНДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ
ФОСФИНОКСИДНЫЕ ФРАГМЕНТЫ**

Пушкина К.А., Пузырьков А.А., Александрова Е.А.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: ksupusha1708@gmail.com*

**MACROCYCLIC LIGANDS CONTAINING
PHOSPHINOXIDE FRAGMENTS**

Pushkina K.A., Puzyrkov A.A., Aleksandrova E.A.

*Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
Higher School of Technology and Energy*

α -Аминофосфорильные соединения (АФС), содержащие группировку P(O)-C-NH, проявляют разнообразную биологическую активность, а также способность образовывать комплексные соединения с ионами металлов и использоваться в качестве экстрагентов. Первое упоминание о простейших α -аминофосфорильных соединениях (АФС) относится к 1943 г. Аминофосфоновые кислоты (АФК) являются структурными аналогами аминокарбоновых (АК) кислот, поэтому проявляют разнообразную биологическую активность, чем привлекают пристальное внимание химиков, биологов и фармакологов. Замена карбоксильной группы в АК на фосфатную приводит к тому, что АФК проявляют ингибирующий эффект по отношению к ферментам или рецепторам, с которыми связаны.

В последнее время особый интерес представляют макроциклические АФС соединениям, в которых атом азота включен в α -аминофосфорильную группировку N-C-P(O). Данный интерес обусловлен тем, что тривиальные ациклические α -АФС, содержащие всего лишь одну группу P(O)-C-NH, проявляют высокую эффективность и селективность в процессах жидкостной экстракции ионов металлов и минеральных кислот, а также в мембранном транспорте органических и минеральных кислых субстратов [1]. Эти свойства в значительной мере обуславливаются способностью аминофосфорильной группы образовывать за счет P=O...H-N взаимодействия пятичленную хелатную структуру. В макроциклических аминофосфорильных соединениях

эти свойства могут быть значительно усилены за счет сочетания хелатного и макроциклического эффектов [2].

К основным способам получения α -АФС относятся реакции Пудовика и Кабачника-Филдса. Реакция Пудовика состоит в присоединении гидрофосфорильных соединений по связи C=N в основаниях Шиффа, а реакция Кабачника-Филдса представляет собой одnoreакторный трехкомпонентный процесс, в котором взаимодействуют гидрофосфорильное соединение, амин и альдегид.

Основываясь на реакциях Пудовика и Кабачника-Филдса, нами были синтезированы новые макроциклические лиганды **3**, содержащие ароматическими и алифатическими фосфиноксидные фрагменты (рис. 1).

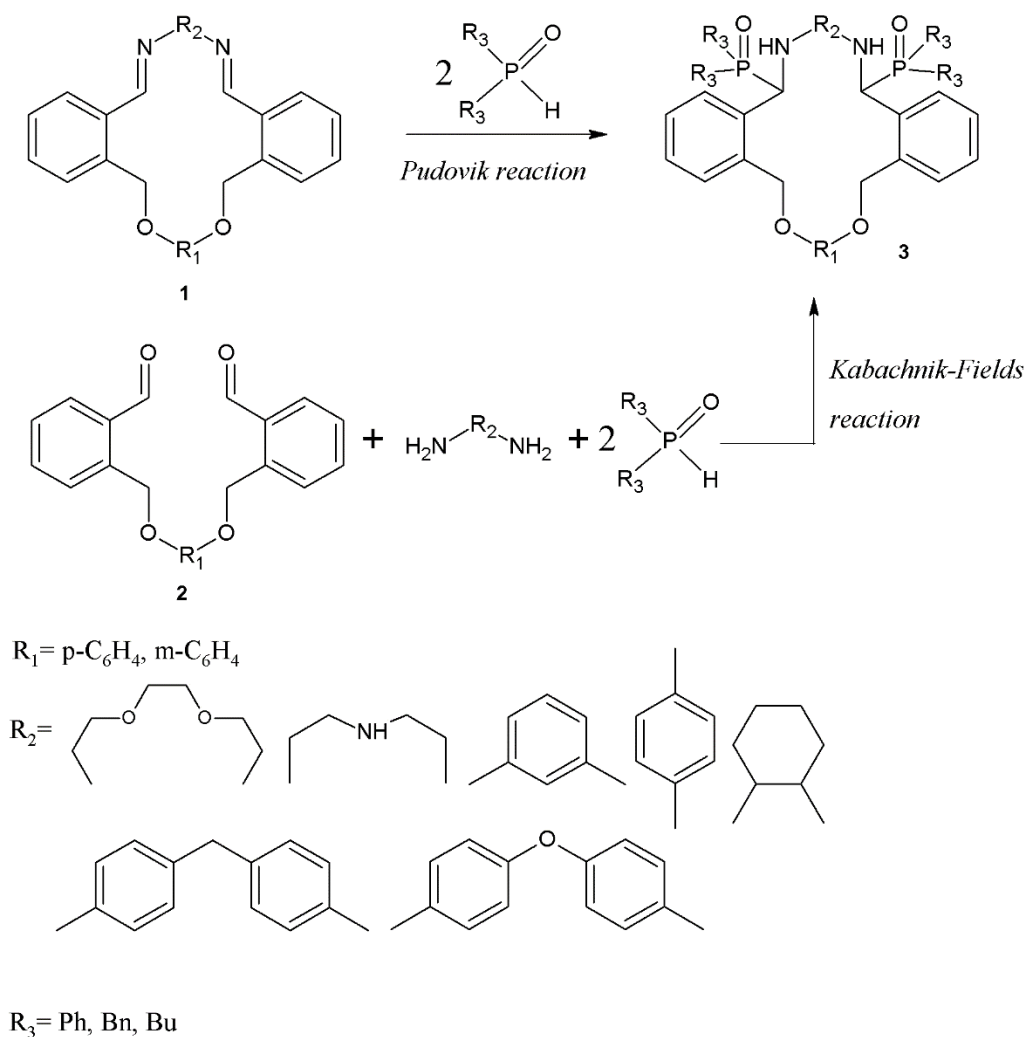


Рис. 1 – Схема синтеза макроциклических α -аминофосфорильных соединений

Строение полученных соединений доказано с помощью ИК, ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{31}P спектроскопии, а также масс-спектрометрии. Эти вещества предполагается исследовать в качестве биологически активных соединений и комплексообразователей.

Научный руководитель профессор Тришин Ю.Г.

Библиографический список

1. Черкасов, Р.А. Реакция Кабачника-Филдса: синтетический потенциал и проблема механизма/ Р.А. Черкасов, В.И. Галкин // Успехи химии. - 1998. - Т.67, №10. – С. 940-968.
2. Сид, Дж. В. Супрамолекулярная химия. Пер. с англ.: в 2 т. / Дж. В. Сид, Дж. Л. Этвуд. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. - Т.1.– 479 с.

УДК 66.015.23

ВОЗМОЖНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ В ПРОГРАММЕ EXCEL

Рябцева Т.А., Земцов Д.А

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

e-mail: denis_zemtsov.92@mail.ru

ABILITY TO MODEL THERMAL RECTIFICATION IN EXCEL

Ryabtseva T.A., Zemtsov D.A.

Reshetnev Siberian state University of science and technology

Расчет ректификационных аппаратов является важнейшей основой при проектировании и разработке ректификационных установок. В настоящее время применяется графические и аналитические методики расчета колонных аппаратов, которые достаточно трудоемки и имеют ряд недостатков, в том числе низкую точность.

Основной целью работы было упростить процесс расчета термической ректификационной колонны, разработав алгоритм расчета термической ректификации в программе Excel на основе эмпирических данных.

При анализе известных методов расчета числа теоретических ступеней колонн выделяется два основных направления: графические методы, например, Мак Кэба – Тиле [1] при котором расчет числа теоретических

тарелок проводят с построением ступеней изменения концентраций между этими двумя линиями. Этот метод достаточно трудоемкий и имеет низкую точность, особенно в области сближения равновесной и рабочей линий. При использовании энтальпийных диаграмм компонентов смеси по методу Понсона – Савари [1], учитываются изменения потоков флегмы и пара по высоте колонны, однако не обеспечивает высокую точность расчета, особенно при большом числе теоретических тарелок.

При определении числа ступеней эмпирическими методами Льюиса–Матесона, Тиле–Геддеса, Смокера, Макинтайра [1-2] основывающихся на последовательном расчете составов пара и жидкости на ступенях с использованием уравнений равновесной и рабочей линий, материального и теплового балансов “от тарелки к тарелке”. Для их реализации требуются большие вычислительные мощности и рекомендуются для тех случаев, когда температуры кипения компонентов смеси близки, что затрудняет применение графического метода.

Аналитические методы Фенске, Смокера или Джиллиланда [3-5] подразумевают статирование одного или нескольких параметров процесса работы колонны, например флегмового числа или относительной летучести компонентов. Их применяют при анализе работы действующих колонн, но они достаточно ограничены в применении.

Однако эти уравнения хоть и дают удовлетворительную сходимость, но применимы только для адиабатной ректификации.

Термическая ректификация отличается тем, что в систему вводят или отводят тепло [6].

Войновым Н.А. разработан способ термической ректификации, заключающийся в том, что флегма – часть дистиллята, возвращаемая в колонну на орошение, образовывается на каждой ступени и обрабатывается до ввода в основной поток жидкости [7-8].

Для расчета термической ректификации обычно используют уравнение Релея [6], но практические данные показывают его сходимость только при концентрации легколетучего компонента менее 15 %.

При всесторонних исследованиях реальных колонн термической ректификации [9], было выявлено, что на эффективность ступеней влияет концентрация легколетучего компонента, количество конденсата на ступени, количество тепла, подводимого к ступени, скорость пара и температура теплоносителя в дефлегматоре.

По результатам получено уравнение (1), позволяющее рассчитать эффективность ступени при термической ректификации и алгоритм расчета в программе excel, позволивший уточнить влияние параметров на процесс. Было выявлено, что при конструировании установки и ее эксплуатации необходимо стремиться снижать расход воды в дефлегматор и увеличивать ее начальную температуру, а также необходимо повышать скорость паров на ступенях и поверхность пластин.

$$E_y \approx m^{-0.2} l_c^{-0.56} G_{out}^{-0.18} F^{0.4} u^{0.2}, \quad (1)$$

где: m – концентрация легколетучего компонента, % мас.;

l_c – удельный расход конденсата, кг/с·м²

G_{out} – массовый расход паров смеси, кг/с;

F – поверхность пластин ступени, м²;

u – скорость паров между пластинами.

Полученные данные будут полезны при расчете и конструировании нового оборудования в технологических линиях переработки растительного сырья.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья»

Библиографический список

1. Скобло А.И. и др. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: ООО “Недра-Бизнесцентр”, 2000 – 677 с.;
2. Кафаров В. В. Основы массопередачи, 3 изд., М., 1979;
3. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии, кн. 2, М., 1981 – с. 513;
4. Петлюк Ф. Б., Серафимов Л. А., Многокомпонентная ректификация. Теория и расчет, М., 1983;
5. О.Флореа, О.Смигельский. Расчёты по процессам и аппаратам химической технологии. Пер. с рум. Изд. «Химия» М. 1971;
6. Олевский, В. М. Пленочная тепло– и массообменная аппаратура (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии)/ В.М. Олевский, В.Р. Ручинский, А.М. Кашников, В.И. Чернышев. – М.: Химия, 1988. 240 с.;
7. Патент 2437698 Российская Федерация, МПК В01D3/14 С1. Способ ректификации [Текст]/ Войнов Н.А., Паньков В.А., Войнов А.Н.; заявитель – №2010118012/05 ; заявл. 04.05.2010 ; опубл. 27.12.2011, Бюл. № 36. – 7 с.;
8. Voynov, N. A. Study of Thermal Rectification in a Column with Low Mass Transfer on the Steps / N. A. Voinov, D. A. Zemtsov, O. P. Zhukova // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2017. – V. 51. № 2. – P. 174 – 181. DOI:10.1134/S0040579517020130, автора – 2,5 п.л.;
9. Земцов Д. А. Укрепляющая колонна на основе эффектов термической ректификации / Д. А. Земцов, Н. А. Войнов // Хвойные бореальной зоны. – 2015. – Т. 33, № 3 – 4. – С. 153 – 155.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОНОМЕРОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ СИНТЕЗЕ ПОЛИМЕРОВ-НОСИТЕЛЕЙ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Самойлова К.О., Лавров Н.А.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)
e-mail: bulta14@mail.ru*

**THE BIOLOGICAL POTENCY OF MONOMERS ARE USING FOR BIO-
EFFECTING AGENTS POLYMERIC CARRIERS SYNTHESIS**

Samoylova K.O., Lavrov N.A.

Saint-Petersburg state institute of technology

Целью данной работы является демонстрация альтернативного способа прогнозирования биологической активности мономеров, на основе которых синтезируют полимеры-носители биологически активных веществ.

Развитие медицины привело к возникновению в середине XX века новой научной области – химии медицинских полимеров. В научных трудах великого русского учёного Сергея Николаевича Ушакова (1893-1964 г.г.) были сформулированы основные положения одного из направлений данной области – синтеза полимерных лекарственных веществ [1]. В результате исследований были получены разнообразные полимеры-носители биологически активных веществ. При проведении синтеза в качестве исходных мономеров, в частности, использовались поли-N-винилпирролидон и поли-N-винилсукцинимид.

Синтез полимерных лекарственных веществ — это многостадийный процесс. Помимо реакций полимеризации и сополиеризации он также включает реакции в цепях полимеров. Например, (со)полимеры на основе N-винилсукцинимиды в результате щелочного гидролиза образуют (со)полимеры N-виниламидоантарной кислоты. На основе сополимера N-виниламидоантарной кислоты с виниловым спиртом и ремантадина разработан противовирусный препарат «Полирем» [2].

Поли-N-винилпирролидон используется в кровезаменителе № 1 с содержанием данного полимера 30 г/л. Эти препараты протестированы на животных и прошли апробацию в медицинских центрах [3].

Однако при работе в данными мономерами никогда ранее не проводилась оценка их собственной биологической активности. В последнее время появились компьютерные программы, позволяющие предсказывать биологическую активность органических соединений. Одной из таких программ является веб-ресурс PASSOnline, являющийся программным воплощением математической модели проявления биологической активности веществ в реальности, построенным по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Прогноз, происходящий по скользящему контролю с исключением по одному для всех веществ обучающей выборки и всех заложенных в программу для этих веществ в обучающей выборке видов биологической активности, составляет 95%. В результате проведенного исследования составляется список прогнозируемых видов активности с оценками вероятности наличия каждого вида активности (P_a) и вероятности отсутствия каждого вида активности (P_i) [4].

Данной программой пользуются не только в России (13947 прогнозов), но и за рубежом: в Индии (18379 прогнозов), Украине (4332 прогнозов), Мексике (2880 прогнозов), Польше (1333 прогнозов), Китае (1124 прогнозов) и т. д. [4].

Эта программа была использована для прогноза биологической активности N-винилпирролидона и N-винилсукцинимиды и их полимерных производных (табл. 1).

Вероятность наличия каждого вида активности в мономерах и полимерах N-винилсукцинимид и N-винилпирролидона на примере ингибирования электронпереносящего флавопротеина

Вероятность наличия каждого вида активности в мономере и полимере		Количество звеньев в полимерной цепи
N-винилсукцинимид	N-винилпирролидон	
0,839	0,760	1
0,852	0,748	2
0,834	0,722	3
0,834	0,722	4
0,852	0,722	5
0,834	0,722	6
0,834	0,722	7
0,834	0,722	8
0,834	0,722	9

Из таблицы видно, что как мономеры, так и их полимерные производные с примерно равной вероятностью обладают биологической активностью по отношению к ингибированию электронпереносящего флавопротеина. Для наглядности показан график зависимости вероятности проявления активности (P_a) от числа мономерных звеньев в макроцепи (рис. 1).

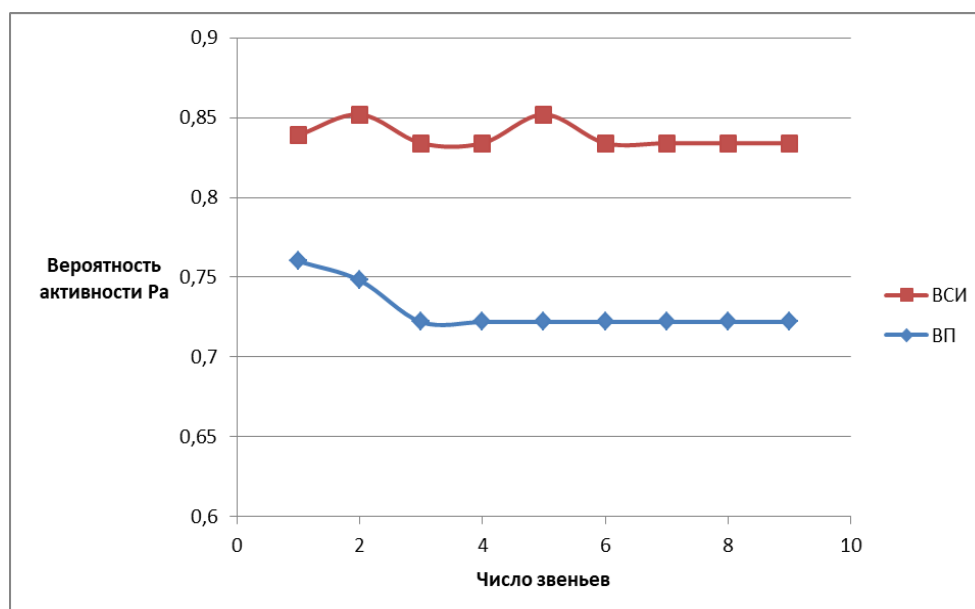


Рис. 1 – Зависимость вероятности наличия каждого вида активности в мономерах и полимерах N-винилсукцинимид и N-винилпирролидона на примере ингибирования электронпереносящего флавопротеина от числа звеньев в макроцепях соответствующих полимеров

Таким образом, впервые проведена оценка биологической активности N-винилсукцинимид, N-винилпирролидона и их полимерных производных.

В процессе исследований различных потенциальных полимеров-носителей необходимо принимать во внимание биологическую активность исходных мономеров и их полимерных производных, так как она может оказывать влияние на свойства лекарства, что и было продемонстрировано в данной работе с помощью веб-ресурсаPASSOnline.

Библиографический список

1. Панарин Е.Ф., Лавров Н.А., Соловский М.В., Шальнова Л.И. Полимеры - носители биологически активных веществ. / Под ред. Е.Ф. Панарина и Н.А. Лаврова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2014 – 304 с.
2. Лавров Н.А. Полимеры на основе N-винилсукцинимида. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 240 с.
3. Артыкова З.Б. Поли-N-винилпирролидон с боковыми аминокислотными группами. Синтез и применение в медико-биологических областях: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Москва, 2010. 24 с.
4. Филимонов Д.А. Предсказание спектров биологической активности органических соединений с помощью веб-ресурса PASSOnline/ Д.А. Филимонов, А.А. Лагунин, Т.А. Глориозова, А.В. Рудик, Д.С. Дружиловский, П.В. Погодин, В.В. Поройков // Химия гетероциклических соединений. 2014. - № 3. – С. 483-499.

УДК 66.07+663.18

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СЕРОВОДОРОДА В ГАЗАХ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

Семейкина А.Д., Ханина О.А.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: asya.karabalaeva@gmail.com

DETERMINATION OF LOW CONCENTRATIONS OF HYDROGEN SULFIDE IN METHANOL SYNTHESIS GASES

A.D.Semeykina, O.A.Khanina
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Производство метанола наряду с производством аммиака являются наиболее развитыми отраслями химической переработки природного газа. Многотоннажные агрегаты синтеза метанола при низком давлении обеспечивают получение спирта с высокой производительностью и эффективностью. Следует отметить, что в России производство метанола является одной из немногих отраслей химической промышленности, которые в основном ориентированы на экспорт. Тем не менее, для повышения

эффективности, метанольным производствам следует повышать эффективность для повышения конкурентных позиций на мировом рынке.

Одним из особенностей процесса синтеза метанола при низком давлении является использование медьсодержащих катализаторов, которые чрезвычайно чувствительны к серосодержащим соединениям, а учитывая особенности процесса, в основном, к сероводороду. Следует отметить, что используемые катализаторы отравляются сероводородом необратимо, поэтому контроль глубины очистки от таких соединений ведется непрерывно.

В настоящее время для низких содержаний сернистых соединений наибольшее распространение получила газовая хроматография [1,2]. Тем не менее, типовые пределы обнаружения серосодержащих соединений в 0,5-1 ppm [3] недостаточны для анализа газов производства метанола, где требования на порядок более жёсткие, поэтому применение газовой хроматографии не всегда оптимально.

Таким образом необходимо либо предварительно концентрировать сероводород и сернистые соединения или использовать крайне дорогостоящие масс-спектрометрические методы для анализа низких значений серосодержащих соединений.

При использовании методов мокрой химии для концентрирования в поглотительных растворах сероводорода появляется возможность использовать флюоресценцию для анализа содержания связанных соединений сероводорода, так как данный метод характеризуется крайне низкими пределами обнаружения.

Нами испытан метод, основанный на поглощении сероводорода из синтез-газа щелочным раствором тетрартутьацетатфлуоресцеина и регистрации уменьшения интенсивности флуоресценции поглотительного раствора из-за взаимодействия реагента с сероводородом. Показано, что при пропускании более 100 л синтез-газа через два последовательных газопромывателя с щелочным раствором тетрартутьацетатфлуоресцеина предел обнаружения сернистых соединений составляет менее 0,05 мг/м³, что значительно лучше хроматографического определения и соответствует нормам на содержание сероводорода в циркуляционных газах синтеза метанола. Однако следует отметить, что время использования готовых

погложительных растворов невелико и составляет 6-10 часов после приготовления.

Библиографический список

1 Козлов А.М., Карпов А.Б., Авакян Т.А. Определение состава природного газа методом газовой хроматографии: Методические указания по выполнению лабораторной работы. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2013. 31 с.

2 Козлов А.М., Карпов А.Б., Авакян Т.А. Определение серосодержащих соединений в природных и сжиженных газах: Методические указания по выполнению лабораторной работы. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2013. 29 с.

3 Карпов А.Б., Кондратенко А.Д., Козлов А.М. Современные методы анализа газов и газоконденсатов: лабораторный практикум. СПб.: Лань, 2018. 120 с.

УДК 541.64

СИНТЕЗ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ В УСЛОВИЯХ ОБРАТИМОЙ ПЕРЕДАЧИ ЦЕПИ

Серхачева Н.С.¹, Черникова Е.В.², Прокопов Н.И.¹, Балашов М.С.¹, Плюснина И.О.¹

¹*МИРЭА-Российский Технологический Университет*

²*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова*

e-mail: natalia-serkhacheva@yandex.ru

SYNTHESIS OF THERMOSENSITIVE BLOCK COPOLYMERS UNDER CONDITIONS OF REVERSIBLE CHAIN TRANSFER

Serkhacheva N.S.¹, Chernikova E.V.², Prokopov N.I.¹, Balashov M.S.¹, Plusnina I.O.¹

¹*MIREA-Russian Technological University*

²*Moscow State University*

В последние годы в полимерной химии все большее внимание со стороны исследователей уделяют получению стимул-чувствительных блок-сополимеров. Особенностью таких полимеров является способность изменять свои физико-химические свойства после воздействия на них внешних раздражителей. Наиболее распространенные типы стимул-чувствительных полимеров это термочувствительные, восприимчивые к изменению рН, светочувствительные и др. [1]. Среди различных методов проведения полимеризации для синтеза стимул-чувствительных полимеров широко используют различные варианты контролируемой радикальной полимеризации [2]. Например, все больше появляется публикаций, посвященных синтезу термочувствительных сополимеров радикальной

полимеризацией с обратимой передачей цепи по механизму присоединения-фрагментации (ОПЦ-полимеризацией) [3].

Цель настоящей работы заключается в изучении гетерофазной ОПЦ-полимеризации *n*-бутилакрилата (*n*-БА) под действием сополимеров *N*-изопропилакриламида (НИПАМ) и *n*-БА, содержащих тритиокарбонатную группу внутри цепи. Применение НИПАМ в качестве сомономера позволит придать будущему блок-сополимеру термочувствительные свойства, так как его гомополимер относится к термочувствительным полимерам, нижняя критическая температура растворения которого ~ 32 °С.

При проведении гетерофазной ОПЦ-полимеризации в качестве полимерного ОПЦ-агента и одновременно стабилизатора образующихся полимерно-мономерных частиц применяют полимерные прекурсоры, содержащие фрагмент низкомолекулярного ОПЦ-агента, что позволяет осуществлять контроль молекулярно-массовых характеристик и сохранять «псевдоживой» механизм процесса. Расположение функциональной группы внутри цепи обеспечит рост цепи в оба конца и формирование триблок-сополимера в одну стадию.

В настоящем исследовании в качестве ОПЦ-агента использовали сополимер НИПАМ и *n*-БА (мольное соотношение НИПАМ : *n*-БА = 90 : 10) (*n*-БА) с тритиокарбонатной группой, который синтезировали ОПЦ-полимеризацией в 1,4-диоксане в присутствии дибензилтритиокарбоната (БТК). Для этого в стеклянной колбе объемом 50 мл растворяли необходимое количество *n*-БА, НИПАМ, динитрила азоизомасляной кислоты (ДАК) (10^{-3} моль/л) и БТК (10^{-2} моль/л) в 1,4-диоксане (объемное соотношение мономеры : растворитель = 50 : 50). Далее реакционную смесь продували азотом, помещали в водяную баню при 80 °С и оставляли при перемешивании 24 ч. По окончании полимеризации сополимер высушивали из 1,4-диоксана.

Гетерофазную полимеризацию *n*-БА проводили в смеси метанола и воды (объемное соотношение метанол:вода = 80:20). В качестве инициатора использовали ДАК, концентрацию которого варьировали в диапазоне от 1.6 %

масс. до 2.2 % масс. Полимеризацию осуществляли при постоянной концентрации ОПЦ-агента $[Н/БА] = 5$ % масс. Для приготовления дисперсионной среды навески ДАК и Н/БА заданной концентрации растворяли в смеси метанола и воды в течение нескольких часов. Полученный раствор загружали в стеклянную трехгорлую колбу объемом 100 мл, продуваемую инертным газом (азотом) и помещенную в масляную баню, разогретую до 65 °С. Далее проводили порционную загрузку *n*-БА (объемное соотношение *n*-БА : дисперсионная среда = 1 : 7.5), сначала загружали 15 % мономера от общего объема, затем через 5 минут остальной объем *n*-БА. Процесс проводили в атмосфере инертного газа при температуре 65 °С в течение 4 часов.

Как и ожидалось, с увеличением конверсии мономера скорость процесса и значения предельных конверсий увеличивались (рис. 1). Но при концентрации $[ДАК] = 2.2$ % масс. система стала неустойчивой, появился коагулюм, содержание которого не превышало 15 %. При концентрации $[ДАК] = 1.8$ % масс. нежелательного коагулюма не наблюдали, поэтому был определен дисперсный состав в процессе полимеризации, при конверсии мономера 20 % средний диаметр частиц составил 236 нм, а с увеличением конверсии до 50 % средний диаметр частиц также увеличился и достиг значения 313 нм. Далее планируется изучить влияние концентрации мономера, концентрации ОПЦ-агента и природы среды.

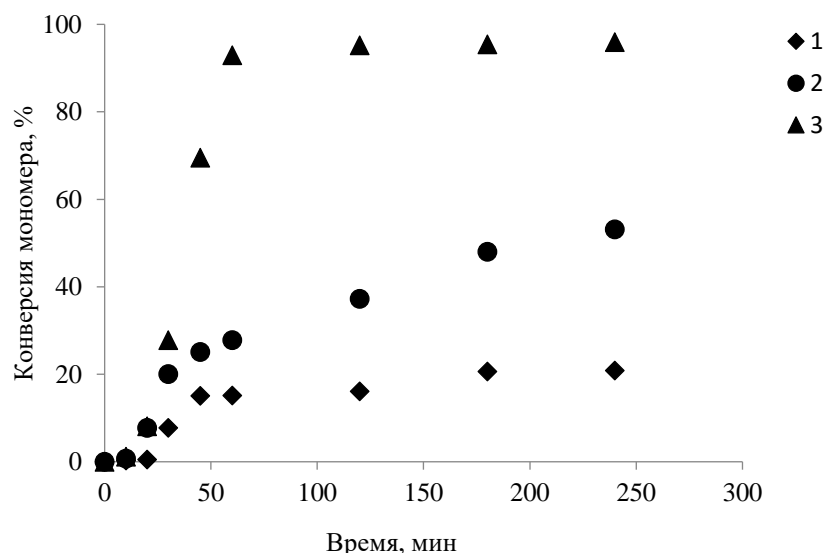


Рис. 1 – Зависимость конверсии *n*-БА от времени при различной концентрации инициатора: [ДАК] = 1.6 % масс. (1), 1.8 % масс. (2) и 2.2% масс. (3)

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК-3358.2019.3, соглашение № 075-15-2019-690).

Библиографический список

1. Cao, M. Synthesis of star thermoresponsive amphiphilic block copolymer nano-assemblies and the effect of topology on their thermoresponse / M. Cao, H. Nie, Y. Hou, G. Han, W. Zang // *Polym. Chem.* – 2019. – Vol. 10. – P. 403-411.
2. Joubert, F. Comparison of Thermoresponsive Hydrogels Synthesized by Conventional Free Radical and RAFT Polymerization / F. Joubert, P. Denn, Y. Guo, G. Pasparakis // *Materials.* – 2019. – Vol. 12. – P. 2697-2711.
3. Zhang, Y. Structural Difference in Macro-RAFT Agents Redirects Polymerization-Induced Self-Assembly / Y. Zhang, L. Yu, X. Dai, L. Zhang, J. Tan // *ACS Macro Lett.* – 2019. – Vol. 8. – P. 1102–1109.

УДК: 544.77

ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЫЧЬЕГО ГЕМОГЛОБИНА

Серякова Е. М., Кожевникова В. А.

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
e-mail: katms01@mail.ru; Vera.Kozhevnikova@spcpi.ru

ELECTROKINETIC PROPERTIES OF BOVINE HEMOGLOBIN

Seryakova E.M., Kozhevnikova V.A.

Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Бычий гемоглобин - сложный белок крови, состоящий из белковой части - глобина и комплекса протопорфирина с железом – гема, отвечающие за перенос кислорода и углекислого газа в организме. Бычий гемоглобин -

гемоглобин крови крупного рогатого скота, умеренно растворимый в концентрированных растворах соли и свёртывающийся при нагревании. Его широко используют в лабораторных практиках. Например, как нутриент для культур клеток и микроорганизмов, в качестве стандарта в методах количественного определения белков, в качестве стандарта молекулярной массы белков в гель-хроматографии и электрофорезе, в биохимических тестах, для стабилизации некоторых ферментов и т.д. Бычий гемоглобин представляет собой глобулу в форме сплюснутого эллипсоида вращения, состоящую из 607 аминокислотных остатков [1,2]. Биологическая активность гемоглобина в значительной степени определяется его коллоидными свойствами, в частности, от процессов агрегации, от величины заряда поверхности гемоглобина. В изоэлектрическом состоянии гемоглобин образует крупные агрегаты, которые осаждаются на стенках кровеносных сосудов, тромбируя их. В тоже время отдельные молекулы гемоглобина, имеющие очень маленький размер могут проникать через клеточные мембраны эритроцитов непосредственно в кровь. Отдельные молекулы гемоглобина в крови человека обладают токсичными свойствами, поэтому изучение коллоидных свойств дисперсий гемоглобина важная и актуальная задача.

Целью данной работы является изучение влияния рН на электрокинетические свойства бычьего гемоглобина.

В качестве объектов исследования использовался бычий гемоглобин (hemoglobin from bovine blood), выделенный и очищенный компанией Fluka Analytical, Швеция, предназначен для микробиологии, имеет молекулярную массу 64500 г/моль (размер молекулы - 6,4 нм). Для приготовления дисперсии гемоглобина к 100 мл раствора с заданным значением рН добавлялась навеска гемоглобина $0,1 \pm 0,05$ г, затем проба диспергировалась ультразвуковым диспергатором UZD2-01/22. Затем определялся рН дисперсий на рН-метре фирмы Mettler Toledo.

Изучение электрокинетических свойств осуществлялось методом макроэлектрофореза [3]. Величина электрокинетического потенциала рассчитывалась по уравнению Гельмгольца-Смолуховского [3].

На рис.1. приведена зависимость электрокинетического потенциала бычьего гемоглобина от рН раствора.

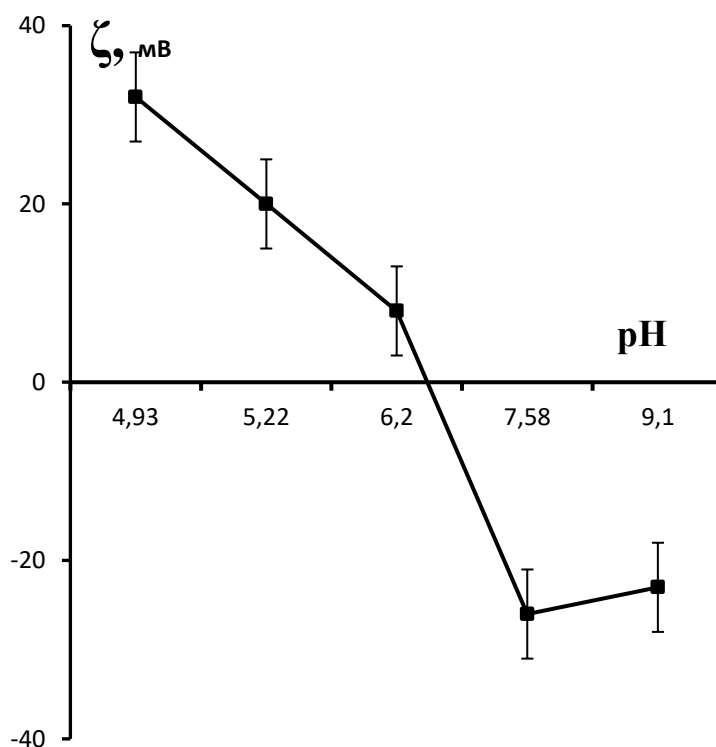


Рис.1 – Зависимость электрокинетического потенциала бычьего гемоглобина от рН дисперсии.

Как видно из рис. 1 значение рН изоэлектрической точки гемоглобина составляет $\approx 6,5$. При значениях $pH < pH_{ИЭТ}$ электрокинетический потенциал положителен вследствие адсорбции ионов водорода, а при $pH > pH_{ИЭТ}$ больших значениях – отрицателен из-за адсорбции ионов гидроксила. Значение рН крови у человека колеблется в диапазоне от 7,35 до 7,45, а в крови крупного рогатого скота 7,4 – 7,6 [4]. В этой области рН гемоглобин заряжен отрицательно. Высокий отрицательный заряд гемоглобина препятствует слипанию частиц гемоглобина. Даже незначительно смещение $pH < 7,0$

несовместимо с жизнью организма, так как заряд частиц гемоглобина резко уменьшается (отсутствуют силы электростатического отталкивания), происходит слипание частиц гемоглобина – кровь сворачивается и кислород перестает поступать в жизненно важные органы. Такие процессы необходимо учитывать при разработке кровезаменителей на основе НВ.

В работе изучено влияние рН на величину и знак электрокинетического потенциала бычьего гемоглобина в водных растворах. Определено значение рН изоэлектрической точки бычьего гемоглобина - $pH_{ИЭТ} \approx 6,5$.

Библиографический список

1. Branden, C. Introduction to Protein Structure. Second Edition / C. Branden, J. Tooze. – United States: Garland Science, 1999. - 426 с.
2. Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов / Г. Бриттон. - М.: Мир, 1986. – 422 с.
3. Л.П. Шилиева, Н.Н. Судакова, В.Н. Белоусова, Т.С. Минакова, Г.В. Мамонтов. Практические работы по коллоидной химии. с.88-110. 2015.
4. Родионова Е. Ю., Дмитриева И. Б., Чухно А. С. Электрокинетические свойства гемоглобина в водных растворах 1-, 2- и 3-зарядных ионов. Бутлеровские сообщения. 2013. Т.34. №6. С.135-1

УДК 628.349.08

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИЕЙ

Сидорова Н.А., Можегов И.С., Демин В.А.

Сыктывкарский лесной институт

e-mail: tahych64@gmail.com, demin@sfi.komi.com

WASTE WATER TREATMENT BY ELECTROCOAGULATION

Sidorova N.A., Mozhegov I.S., Demin V.A.

Syktvkar forest institute

Электрохимические методы очистки сточных вод находят применение в различных отраслях промышленности. В основе электрокоагуляции лежит несколько явлений: электрофоретическое движение заряженных частиц примесей и их концентрирование у поверхности электродов; образование гидроксидов металлов в результате растворения анода, коагуляция дисперсных частиц, укрупнение первичных агрегатов и их флотация пузырьками газа [1].

Целью данной работы является изучение очистки и осветления сточных вод от щелочной варки целлюлозы с использованием метода электрокоагуляции.

Объект исследования и подготовка образцов. Щелочной экстракт биологически пораженной пестрой ямчатой гнилью (еловая губка *Phellinus pini* var. *abietis*)[2]) древесины ели был приготовлен обработкой размолотой древесины 1 н раствором NaOH с жидкостным модулем 100:1 в течение 45 мин при 95 °С. Экстракт имел интенсивную окраску (по сравнению с экстрактом здоровой древесины ели). После разбавления в 100 раз (до $pH \cong 12$) и после нейтрализации экстракта HCl (до $pH \cong 7,3$) была проведена спектрофотометрия (КФК-3-01) растворов в интервале 330÷500 нм (рис. 1). Нейтрализация приводит к снижению оптической плотности экстракта примерно на 1/3.

Электрокоагуляцию нейтрализованного раствора проводили (после дополнительного разбавления в 2 раза, итого - 200 раз) на лабораторной установке с анодом и катодом из алюминия при слабом (до 100 об/мин) перемешивании магнитной мешалкой. Площадь электродов от 2,5÷7,5 см² (в зависимости от глубины погружения). Источник постоянного тока Б5-47, контроль силы тока проводили с помощью миллиамперметра М 2038. Условия опытов приведены в таблице.

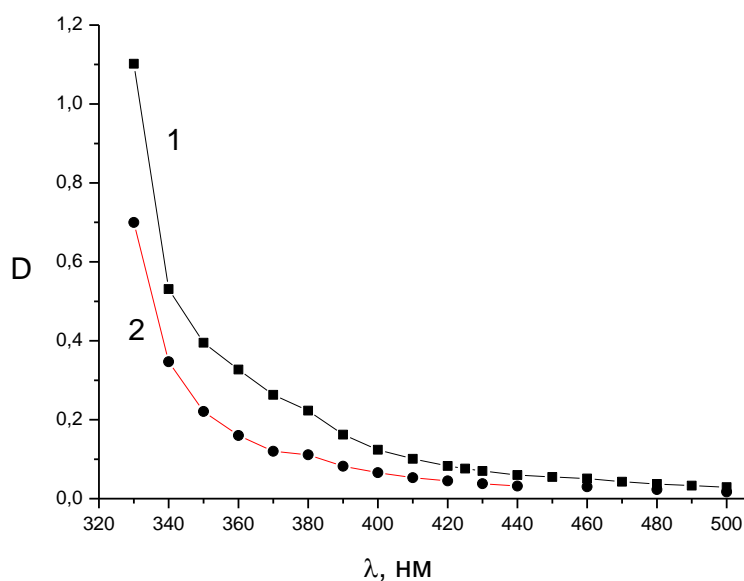


Рис. 1 – Спектр разбавленного щелочного экстракта до (1) и после нейтрализации (2). Толщина кюветы 5 мм

Таблица 1

Условия и расчетные характеристики процесса электрокоагуляции

№ опыта	I, мА	τ , мин	i , мА/см ²	Q, мА·ч	Q/V, А·ч/м ³	$m(\text{Al}^{+3})/V$, г/м ³
1	32,0	10	8,5	5,33	107	35,8
2	22,5	10	9,0	3,75	75	25,1
3	42,0	5	8,1	3,50	70	23,5
4	51,0	3	7,0	2,55	51	17,1

Обозначения: I – сила тока, мА; τ – время электролиза, мин; i – анодная плотность тока, мА/см²; Q – количество электричества мА·ч; Q/V – удельный расход количества электричества, А·ч/м³; m/V – удельный расход алюминия (Al^{+3}), г/м³.

После отделения продуктов коагуляции и флотации на бумажном фильтре осветленная вода была проанализирована спектрофотометрически. При длине волны 330 нм оптическая плотность раствора перед электрокоагуляцией составляет 0,373, после электролиза (лучший результат, достигнут в опыте 3) снижается до 0,093, т.е. в 4 раза. В видимой области спектра (500 нм) различия в оптической плотности исходного и подвергнутого электролизу раствора незначительны из-за его сильного разбавления и отсутствия характерного поглощения хромофорных структур лигнина [3] в этой области, снижение D составляет 30 % (0,010 – 0,007). Сравнительная эффективность проведенных обработок показана на рис. 2.

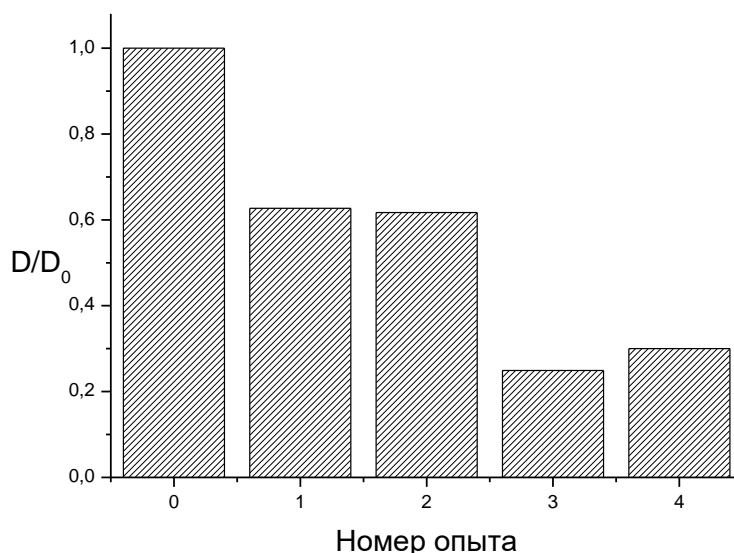


Рис. 2 – Относительная оптическая плотность проб (нумерация согласно табл.). Значение $D/D_0 = 1,000$ отвечает исходному щелочному экстракту древесины после нейтрализации и разбавлении в 200 раз

Наилучший результат очистки воды получен при расчетном удельном расходе алюминия $23,5 \text{ г/м}^3$ (по катиону Al^{+3} , см. табл.) при продолжительности электролитической обработке воды в течение 5 мин. Выявлено влияние места расположения электродов на эффективность очистки воды. От глубины их погружения и площади смоченной поверхности зависят не только электрохимические процессы, но и интенсивность конвективного потока водорода, необходимого для флотации скоагулировавшихся частиц.

Библиографический список

1. Каратаев О.Р., Шамсутдинова З.Р., Хафизов И.И. Очистка сточных вод электрохимическими методами. – Вестник казанского технологического университета, 2015.-Т. 18 - № 22. - С. 21-23.
2. Ипатова Е.У., Демин В.А., Пахучая Л.М. ИК Фурье спектроскопия древесины ели, пораженной еловой губкой. Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. профессор.-преподават. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работы в 2018 г. (Сыктывкар, 26-28 февраля 2019 г.). – Сыктывкар : СЛИ, 2019. – С. 30-35.
3. Демин В.А. Теоретические основы отбелики целлюлозы. Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. – 100 с.

**СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В РАСТВОРАХ
АМФИФИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Смит Р.А., Демьянцева Е.Ю., Главатских Л. А.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Высшая школа технологии и энергетики

e-mail: zz1234567@yandex.ru

**SOLUBILIZATION OF ORGANIC ACIDS IN SOLUTIONS OF
AMPHIPHILIC SUBSTANCES**

Smit R.A., Demyantseva E.Yu., Glavatskih L.A.

Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of technology and engineering

Смоляные затруднения, возникающие при производстве многих волокнистых полуфабрикатов, оказывают немаловажное воздействие на стоимость конечной продукции, что вызывает снижение рентабельности производства. Для уменьшения вероятности агрегирования и седиментации «вредной смолы» наиболее широко применимым методом является введение поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые благодаря своей амфифильной природе диспергируют и солюбилизируют частицы смолы, создавая при этом устойчивую ультрамикрорегетерогенную дисперсную систему, которая выводится с промывными водами. Применение липолитических ферментов – одна из перспективных методик борьбы со смоляными затруднениями и снижения экологического давления. Катализируемые ими реакции расщепления жиров на поверхности раздела фаз открывают новые возможности в технологии производства целлюлозы, в частности при совместном действии с самоорганизующимися амфифильными соединениями. Особая роль в действии ПАВ и ферментов отводится процессу солюбилизации. В связи с открывающимися преимуществами практического применения исследование поведения таких мультикомпонентных систем как ПАВ-фермент-солюбилизат требует особого внимания, поскольку изменение состояния смоляных частиц, выступающих в качестве субстрата, и их солюбилизация будет напрямую зависеть от характера взаимодействия

фермент-субстратного комплекса в присутствии амфифильных соединений различной природы (ионогенных или неионогенных).

В настоящей работе была определена солюбилизационная ёмкость индивидуальных амфифильных соединений (неионогенных синтанола ДС-10 и синтамида-5, катионоактивного катамина АБ и анионоактивного додецилсульфата натрия (ДДСН)) и их синергетических смесей с липазным препаратом Lipex 100L по отношению к некоторым компонентам смолы (абиетиновой и олеиновой кислот). Источником абиетиновой кислоты послужила живичная канифоль. Количества солюбилизированных веществ определяли методами спектрофотометрии и титриметрии.

Истинная водорастворимость канифоли и олеиновой кислоты составляет 0,005 и 0,002% соответственно. Количества солюбилизированных кислот в растворах ферментного препарата соответствуют значениям их водорастворимости. По-видимому, индуцированное коллоидное растворение органических кислот в растворах ферментного препарата не происходит.

На рис.1 показана солюбилизационная ёмкость поверхностно-активных веществ, выраженная как г солюбилизатора/г ПАВ. Было установлено, что индивидуальные поверхностно-активные вещества обладают большей солюбилизирующей способностью по отношению к олеиновой кислоте. Вероятно структура абиетиновой кислоты, состоящая из циклических элементов, стерически затрудняет проникновение солюбилизатора в ядро мицеллы.

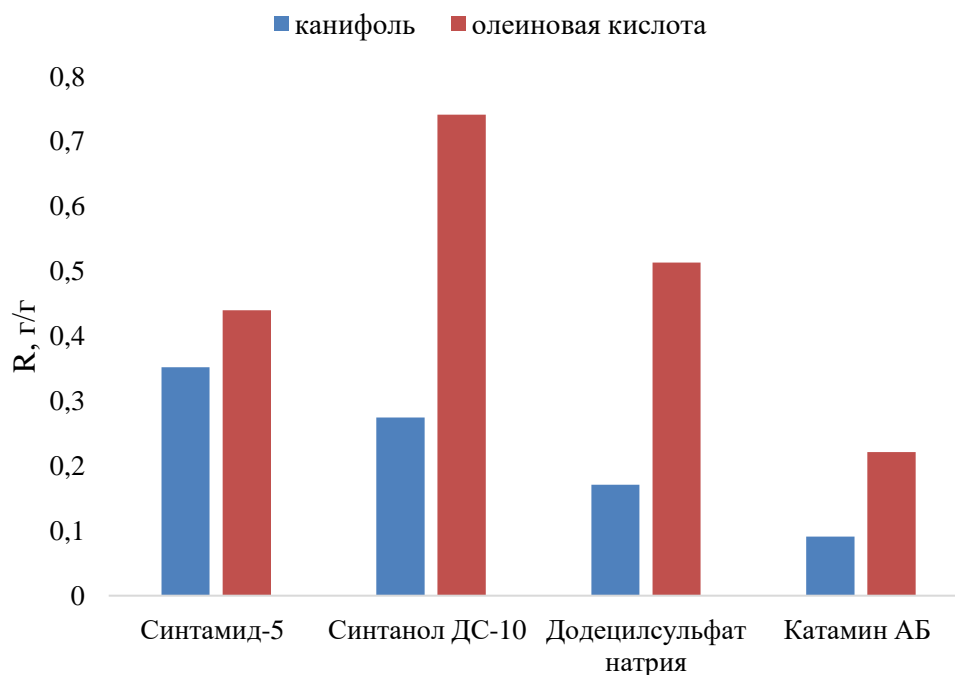


Рис. 1 – Солюбилизирующая ёмкость R (г/г) в мицеллах ПАВ

Оценку солюбилизации в композициях ПАВ с ферментом оценивали по отношению экспериментально определенного значения солюбилизирующей ёмкости ($R_{\text{эксп}}$) к теоретически рассчитанному аддитивному значению ($R_{\text{адд}}$) (рис.2).

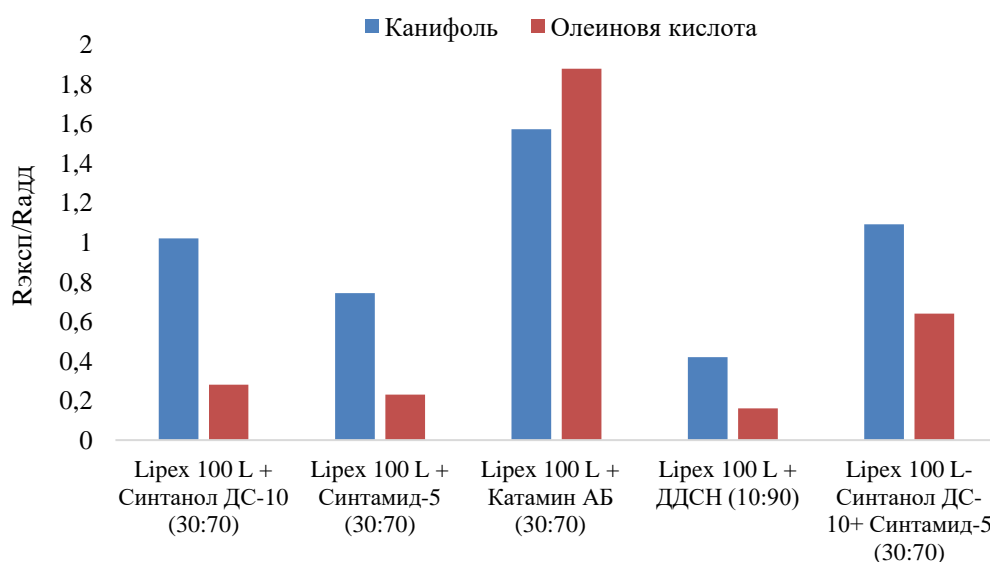


Рис. 2 – Отношение экспериментально определенного значения солюбилизирующей ёмкости ($R_{\text{эксп}}$) к теоретически рассчитанному аддитивному ($R_{\text{адд}}$) для различных смесей ПАВ и фермента

Введение липазы к неионогенным и анионному поверхностно-активным веществам ингибирует солюбилизацию органических кислот вероятно вследствие того, что большая часть молекул амфифила расходуется на окружение белковой молекулы и гидрофобные взаимодействия. Однако в случае взаимодействий с катионным ПАВ наблюдается синергизм (данная смесь обладает наибольшим соотношением $R_{\text{эксп}}/R_{\text{адд}}$). Известно [1], что изоэлектрическая точка большинства ферментов липазы лежит ниже значения рН реакционной среды. Электростатическое взаимодействие между отрицательно заряженным ферментом и положительно заряженным катамином АБ промотировало солюбилизацию органических кислот полученными смешанными агрегатами.

Библиографический список

1. Geluk, M.A., W. Norde, H.K.A.I. VanKalsbeek, K. Van 'tRiet. Adsorption of lipase from *Candida rugosa* on cellulose and its influence on lipolytic activity. *Enzyme Microb Technol.* 1992. Vol. 14, N 9, pp. 748-754.

УДК 621.57

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В ЛАБОРАТОРИИ

Султанова Е.И., Григорьева Д.М.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: yekaterinasultanova@gmail.com

INCREASING EFFICIENCY OF VORTEX PIPE FOR APPLICATION IN THE LABORATORY

Sultanova E.I., Grigoryeva D.M.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Холодильная техника, используемая в современных научных лабораториях, зачастую представлена криостатами, использующими внешний источник холода. Фреон, твердая углекислота, жидкий азот и дорогостоящий гелий – наиболее распространенные хладагенты, применяемые в работе криостатов.

Одним из альтернативных способов получения холода в лаборатории

являются установки на базе вихревых труб Ранка – Хилша. В работе вихревой трубы используется «самопроизвольное» разделение вращающегося турбулентного потока воздуха на охлажденное ядро и горячие периферийные слои. Вихревые трубы имеют ряд положительных свойств: отсутствие необходимости в хладагентах и теплоносителях; простота конструкции, компактность; отсутствие подвижных узлов и высокая надежность; дешевизна и простота обслуживания; малая инерционность, также следует отметить отсутствие необходимости в подготовке газа (при использовании холодильных циклов для предотвращения забивки теплообменной аппаратуры применяют адсорбционную глубокую очистку и осушку [1-3]).

Основным недостатком вихревых труб является их относительно низкая энергетическая эффективность, связанная с большой затратой энергии на сжатие рабочего газа (воздуха). Однако КПД во случаях малых производительностей не является важным критерием технико-экономической оценки и применения того или иного устройства. Второстепенное значение имеет также КПД вихревой трубы в микросистемах и в устройствах периодического действия. Применение компактных и надежных вихревых аппаратов во многих процессах, в ряде случаев бывает более оправдано экономически, чем применение дорогих, сложных, хотя энергетически и более эффективных установок. В связи с этим создание и применение холодильных установок на базе вихревой трубы в лаборатории является актуальной задачей.

Для получения низких температур актуально использование аппаратов, состоящих из последовательно соединенных вихревых труб, где «холодный» поток первой трубы подводится как исходный поток для второй, а «горячий» поток из второй трубы используется в рекуперативном теплообменнике предварительно охлаждая входной поток для первой трубы. Несмотря на необходимость использования компрессора с давлением не менее 12 атм предлагаемая схема повышает КПД системы, что было продемонстрировано на собранном и испытанном лабораторном стенде с компрессором АСО К33, где последовательное соединение двух вихревых труб позволило увеличить

КПД на 12%.

Таким образом, вихревые трубы продолжают оставаться актуальным объектом изучения для исследователей. В настоящее время, в силу невысокой энергетической эффективности, охладителям подобного типа сложно конкурировать с традиционными холодильными установками, однако мероприятия по повышению КПД, а также отсутствие подвижных частей способствуют распространению вихревых труб.

Библиографический список

1 Трифонова И.Н., Козлов А.М. Определение ёмкости цеолитов для глубокой очистки газа перед ожижением: Тез. докл. 10 Всерос. конф. «Новые технологии в газовой промышленности»/ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. М.: 2013. С. 151.

2 Стенина Н.Д., Козлов А.М. Определение ёмкости цеолитов для подготовки природного газа к сжижению: Сб. тез. 71 Межд. конф. «Нефть и газ-2017»/ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. М.: 2017. С. 453.

3 Кондратенко А.Д., Карпов А.Б., Козлов А.М. Разработка комбинированного способа предварительной подготовки природного газа перед сжижением: Мат. 7 Межд. научно-технической конф. «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке»/ ИТМО. СПб.: 2017. С. 132-134.

УДК 614.8.084

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕННЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ АУДИТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЭК ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Волохина А.Т., Суфиянова М.А.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: milyasufiyanova@gmail.com*

ANALYSIS OF THE RESULTS OF BEHAVIORAL AUDITS CONDUCTED AT ENTERPRISES TO IDENTIFY THE CAUSES OF VIOLATIONS OF SAFETY REQUIREMENTS.

*Volokhina A.T., Sufiyanova M.A.
GubkinUniversity*

Создание модели безопасного поведения работников, основанной на постоянном вовлечении работников в обеспечение производственной безопасности, является важной и актуальной задачей в повышении уровня культуры производственной безопасности. В настоящее время большое значение в снижении показателей производственного травматизма и

повышении уровня культуры безопасности имеет доказавшая свою эффективность процедура поведенческого аудита безопасности (ПАБ), предполагающая наблюдение и обсуждение руководителем действий/условий работника, математическую оценку выявленных опасных действий/условий и применение предупреждающих мероприятий.

В ходе проводимого на кафедре исследования была разработана форма отчета по результатам ПАБ, содержащая 7 категорий наблюдения и 40 критериев наблюдения, и показатели соответствия наблюдаемых действий/условий критериям («Опасно» - когда наблюдаемый критерий представляет опасность, и «Неприменимо» - когда критерий не наблюдается/отсутствует (из-за специфики выполнения работ или особенностей технологического процесса), а также дополнительную информацию о деталях аудита и принятых мерах по устранению нарушений.

В рамках апробации нового подхода к обеспечению безопасности была выполнена процедура математической обработки данных 1011 аудитов, проведенных с апреля по декабрь 2019 года на объектах одного из газотранспортных предприятий, в ходе которой предстояло выяснить, имеется ли зависимость между количеством выявленных нарушений и днем недели. Для этого был применен принцип Парето, заключающийся в том, что обычно 20% наиболее значимых факторов приносят 80%-й вклад в изменение характеристики. Для построения диаграммы Парето было выполнено распределение статистических данных о количестве нарушений по дням недели (рис. 1).

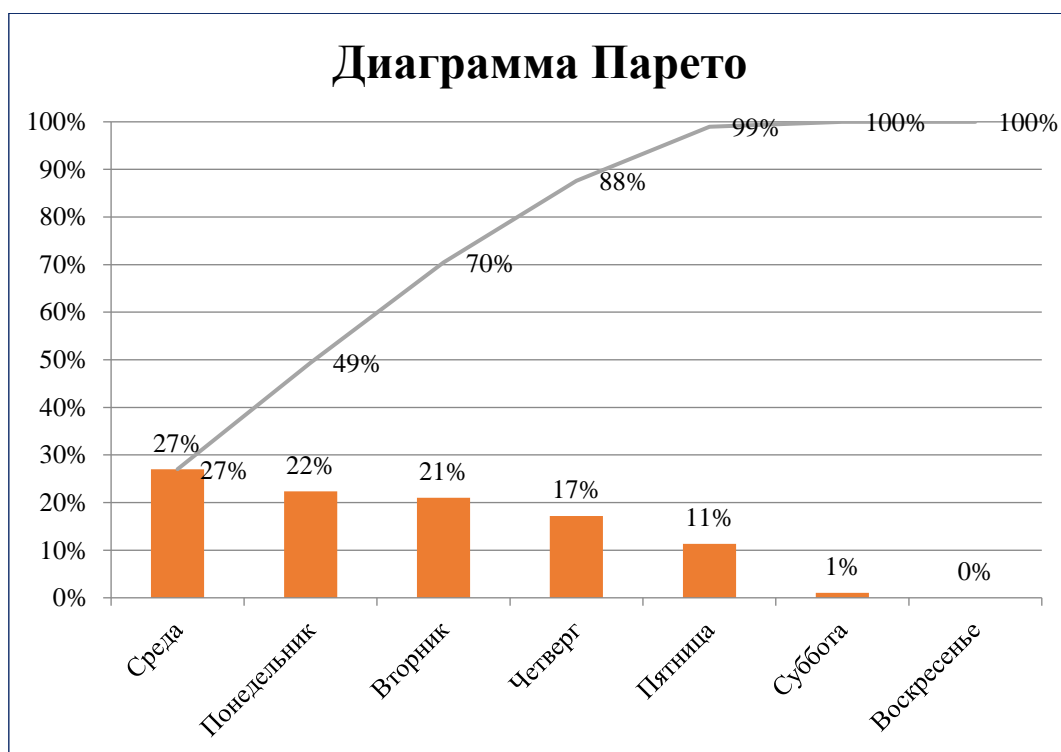


Рис 1 - Диаграмма Парето - ранжирование по фактору "день недели"

По результатам анализа диаграммы Парето видно, что практически равное количество нарушений приходится на три дня в неделе: понедельник (651 нарушение, что составляет 22%), вторник (612 – 21%), среда (786 нарушений - 27%). В такие дни как четверг пятница, суббота фиксируется меньшее количество нарушений.

Докажем или опровергнем нулевую гипотезу о влиянии дня недели на количество выявленных нарушений при помощи математических расчетов. Так как день недели является ненормируемым, качественным фактором, то его крайне сложно представить дискретной шкалой измерений, в связи с чем наличие либо отсутствие предполагаемой взаимосвязи определятся расчетом взаимной матричной сопряженности Пирсона.

В виде матрицы взаимной сопряженности сопоставляемых пар переменных $m \times n$ распределим нарушения дням недели и категориям, где $p_{11}, p_{12} \dots p_m$ – частота нарушений с соответствующими признаками (день недели) и y (категория наблюдения).

Коэффициент взаимной $m \times n$ сопряженности рассчитывается по формуле:

$$C = \sqrt{\frac{x^2}{x^2 + N}} \quad (1)$$

где: N – общее количество нарушений; x^2 – показатель взаимной сопряженности.

$$x^2 = N * (\sum_1^m B_i - 1) \quad (2)$$

где: $\sum_1^m B_i$ – является суммой отношения усредненного количества нарушений в определенный день недели к общему количеству нарушений в определенный день недели и рассчитывается по формуле:

$$B_1 = \frac{A_i}{\sum_1^7 p_{1i}} \quad (3)$$

где: A_i – усредненное количество нарушений в определенный день недели, рассчитанное по формуле:

$$A_i = \sum_1^7 \frac{p_{1i}^2}{\sum_1^7 p_{1i}} \quad (4)$$

Подставив расчетные значения в формулы 1-4, получили $C = 0,02, x^2 = 58,12$.

Для оценки значимости коэффициента C сравнили статистическую величину x^2 с его теоретическим значением x_{α}^2 , используя таблицу квантили χ -распределения для доверительной вероятности уровня значимости $1-\alpha=0,95$, в зависимости от степеней свободы, рассчитанного по формуле 5:

$$v=(m-1)*(n-1)=36 \quad (5)$$

где m – число строк расчетной таблицы, n – число столбцов.

В нашем случае $x_{cm}^2 \geq x_{\alpha=0,05}^2$ ($58,12 \geq 50,99$), что свидетельствует о наличии корреляционной зависимости между рассматриваемыми переменными x и y , а именно фактором «день недели» и количеством выявленных в ходе аудита нарушений.

Библиографический список

1. Левашов С.П. Вероятностный анализ и моделирование риска профессиональной деятельности // Безопасность труда в промышленности. 2007. №2. С. 53-59
2. Кендалл М., Стьюарт, А. Статистические выводы и связи / М. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. – 899 с.
3. Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие / В.Р. БАРАЗ. – Екатеринбург : ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. – 102 с.

**НОСИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ
КАТАЛИЗАТОРОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ИЗОМЕРИЗАЦИИ
УГЛЕВОДОРОДОВ**

Тагандурдыева Н.¹, Нараев В.Н.¹

¹*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)
e-mail: jahana_18101993@mail.ru*

**ALUMINUM OXIDE CARRIER FOR CATALYSTS OF LOW-
TEMPERATURE ISOMERIZATION OF HYDROCARBONS**

Tagandurdyyeva N.¹, Narayev V.N.¹

¹*St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)*

В последние десятилетия в мире остро стоит проблема производства экологически чистых компонентов топлива. Это объясняется тем, что транспорт является основным источником загрязнения воздуха токсичными веществами. Наряду с необходимостью снижения вредных выбросов, остро стоит проблема повышения октановых характеристик топлив, так как использование бензинов с большим октановым числом позволяет, снижая удельный расход топлива, значительно повышать мощность двигателей без увеличения их габаритов. Для повышения качества выпускаемых бензинов в нефтеперерабатывающей промышленности наиболее перспективным является процесс изомеризации легкокипящих углеводородных фракций, позволяющий получать высокооктановые компоненты, соответствующие наивысшим экологическим стандартам [1].

В настоящее время используются бифункциональные катализаторы, которые представляют собой композицию, главным образом платины, и промотора на носителе. Наиболее перспективными считаются каталитические системы с применением в качестве носителя оксида алюминия η-модификации, так как они наиболее активны и обеспечивают высокий выход изомеризата, а также имеют большее количество кислотных центров Льюиса [2, 3].

η - Al_2O_3 получают преимущественно термообработкой его гидроксида-предшественника – байерита.

Байерит выпадает в виде крупных, малогидратированных и рыхлоупакованных кристаллов, промежутки между которыми заполнены коллоидно-связанной водой. Однако связь этой воды в байерите непрочна. Поэтому осадки байерита тиксотропны и под воздействием сдвиговых нагрузок, имеющих место при приготовлении формовочных паст и их экструдировании, резко разжижаются, а при снижении сдвиговых нагрузок так же резко структурируются [4]. Это значительно усложняет процесс формования рассматриваемого тригидроксида и ставит задачу нахождения условий приготовления гранулированного η - Al_2O_3 , соответствующего требованиям пригодности для катализатора изомеризации углеводородов.

Цель настоящей работы состояла в определении условий получения гранулированного η - Al_2O_3 -носителя, исследовании его структурно-прочностных свойств и оценке активности в модельном процессе изомеризации н-бутана.

В результате при взаимодействии растворов нитрата алюминия и аммиака при $\text{pH} = (10.5 \pm 0,1)$, $T = (20 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, частоте перемешивания 300 об/мин в течение 2 часов и старении в течение 24 часов были получены осадки, содержащие до 85 % масс. байерита.

Экструзионным методом были получены несколько серий носителей (табл. 1), которые различались между собой соотношением количеств вводимых порошкообразных компонентов: синтезированных байеритсодержащего гидроксида (байерита), высушенного при $110 \text{ }^\circ\text{C}$ образцов, и полученного его прокаливанием при $500 \text{ }^\circ\text{C}$ оксида (η - Al_2O_3), а в качестве пластификатора был использован 5 % раствор поливинилового спирта.

Результаты измерений кислотно-основных свойств носителей свидетельствуют об отсутствии влияния исследуемых условий их приготовления на значение функции Гаммета. Результаты исследований

структурно-прочностных свойств синтезированных носителей свидетельствуют о том, что увеличение доли байеритсодержащего компонента в исходной формуемой массе приводит к увеличению значений удельной поверхности образцов при одновременном увеличении значений суммарного объема пор.

Таблица 1

Составы формуемых паст, результаты измерений кислотно-основных свойств и расчета значений структурно-прочностных характеристик образцов носителей

№ образца	Байерит	η -Al ₂ O ₃	Значение f(H ₀)	Удельная поверхность, S _{уд} , м ² /Г	Суммарный объем пор, V _{пор} , см ³ /Г
	%масс. (по Al ₂ O ₃)				
1	20	80	7.1	285	0.68
2	40	60	7.1	290	0.70
3	60	40	7.1	300	0.70
4	80	20	7.0	310	0.74
5	100	-	7.2	365	0.76

Определение относительной активности образцов носителей и оценки таким образом перспективности получения на их основе эффективных кислотных катализаторов изомеризации проводили испытания в реакции изомеризации н-бутана. Полученные результаты, показали, что синтезированные носители, независимо от соотношения применяемых байерит- и η -Al₂O₃-содержащих компонентов при получении носителей, имеют одинаковую и достаточно высокую селективность (95,5 %) и обеспечивают степень конверсии н-бутана равную 22 %.

Библиографический список

1. Магарил Е. Р. Влияние качества моторных топлив на эксплуатационные и экологические характеристики автомобилей. - М.: КДУ, 2008. – 164 с.
2. Digne M., Raybaud P., Sautet P., Guillaume D., Toulhoat T. Atomic scale insights on chlorinated alumina surfaces // J. Am. Chem. Soc. 2008. V. 130. P. 11030-11039.
3. Боруцкий П.Н. Каталитические процессы получения углеводородов разветвленного строения. - СПб.: НПО «Профессионал», 2010. 724 с.
4. Чукин Г.Д. Структура оксида алюминия и катализаторов гидрообессеривания. Механизмы реакций. - М.: Принта, 2012. 288 с.

ДИСПЕРГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МАССОНАПУСКНЫХ СИСТЕМ, КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

Тибилова Д.В., Александров А.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: fmap.gturp@mail.ru*

DISPERSING CAPACITY OF MASS INTAKE SYSTEMS AS A FACTOR OF FORMING QUALITY PAPER FABRIC

Tibilova D.V., Alexandrov A.V.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design
High School of technology and engineering*

Основой практического обеспечения эффективности работы массонапускной системы являются знания реологических свойств и характеристик бумажной массы, применение которых обеспечивают выработку качественного бумажного полотна. Расчет проточных каналов массонапускных систем не возможен без учета реологических особенностей используемых волокнистых суспензий.

Реологическое уравнение волокнистых суспензий отражает динамику изменения внутренних физических преобразований:

$$\tau = A_1 \cdot e^{-\alpha_1 \dot{\gamma}} + A_2 \cdot e^{-\alpha_2 \dot{\gamma}} + \mu \cdot \dot{\gamma},$$

где $A_1 e^{-\alpha_1 \dot{\gamma}}$ – напряжение трения, вызывающее разрушение стержня;

$A_2 e^{-\alpha_2 \dot{\gamma}}$ – напряжение, характеризующее внутреннюю прочность структуры;

$\mu \cdot \dot{\gamma}$ – напряжение вязкости диспергированной суспензии.

Особенности внутреннего структурообразования и реологические характеристики волокнистых суспензий позволяют оценивать диспергированность волокнистого материала в потоке и тем самым определять наиболее эффективные режимы течения бумажной массы в проточных каналах различной формы. Уравнение движения волокнистой суспензии дает возможность эффективно конструировать проточную часть для обеспечения требуемых полей скоростей:

$$\rho \frac{d\bar{v}}{dt} = \rho \bar{F} - grad p + div \left(\sum_{k=1}^{n+1} A_k \cdot e^{-\alpha_k \dot{\gamma}} + \mu \cdot \dot{\gamma} \right),$$

где ρ – плотность жидкости; $d\bar{v}$ – вектор абсолютной скорости потока; t – время; \bar{F} – вектор массовых сил; p – среднее гидростатическое давление в потоке.

Целью расчета проточной части является определение градиента скоростей в каждом элементе проточного канала и сопоставлении его с критическим значением градиента скорости $\dot{\gamma}_{кр}$, взятым из реологической характеристики волокнистой суспензии. Поток волокнистой суспензии будет диспергирован при соблюдении условия $\dot{\gamma}_{раб} > \dot{\gamma}_{кр}$.

В качестве примера рассмотрим проточную часть напорного ящика типа «Turboflow», которая включает отводные трубы потокораспределителя (рис. 1). Решение уравнения движения волокнистой суспензии для каналов подобного типа (сечение А-А) имеет вид:

$$u = \frac{\Delta p R^2}{4l(\mu_m - A_1 \alpha_1 - A_2 \alpha_2)} \cdot \left(1 - \frac{y^2}{R^2} \right),$$

где Δp – перепад давления на рассматриваемом участке; R – радиус труб; l – длина труб; μ_m – коэффициент динамической вязкости диспергированной суспензии; A_1, A_2 – напряжения трения волокнистой суспензии о стенки трубы и напряжения, характеризующие внутреннюю целостность структуры волокнистого стержня в момент трогания; α_1, α_2 – временные интервалы; y – расстояние от оси труб.

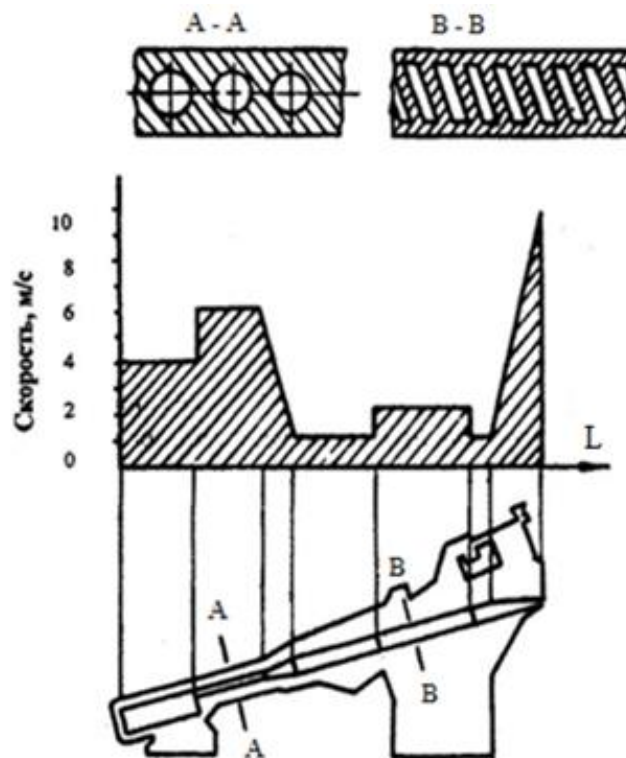


Рис. 1 – Распределение скоростей в напорном ящике типа «Turboflow»

Определяем максимальное значение скорости в трубе, направление которой соответствует оси рассматриваемой трубы, т. е. при $y = 0$, и рабочий градиент скорости:

$$u_{max} = \frac{\Delta p R^2}{4l(\mu_m - A_1 \alpha_1 - A_2 \alpha_2)}; \quad \dot{\gamma}_{раб} = \frac{u_{max}}{R}.$$

Сопоставляем рабочий градиент скорости с критическим и делаем вывод о диспергированности потока в рассматриваемом сечении.

Переходим к оценке диспергированности потока в следующем по ходу потока сечении – канале, образованном двумя параллельными плоскостями. Решение уравнения движения волокнистой суспензии для данного канала имеет вид:

$$u = \frac{\Delta p h^2}{8l(\mu_m - A_1 \alpha_1 - A_2 \alpha_2)} \cdot \left(1 - 4 \frac{y^2}{h^2}\right),$$

где l – длина канала; h – высота канала.

Максимальная скорость потока на оси канала и рабочий градиент скорости

$$u_{max} = \frac{\Delta p h^2}{8l(\mu_m - A_1 \alpha_1 - A_2 \alpha_2)}; \quad \dot{\gamma}_{раб} = \frac{u_{max} \cdot 2}{h}.$$

Сопоставляя рабочий градиент скорости с критическим делаем вывод о диспергированности волокнистой суспензии в рассматриваемом канале.

Необходимо отметить, что последний рассмотренный канал является наибольшим по площади поперечного сечения в этом напорном ящике. В таком случае, если здесь выдержано условие $\dot{\gamma}_{раб} > \dot{\gamma}_{кр}$, поток будет находиться в диспергированном состоянии и в других каналах. Если необходимо оценить диспергированность потока в напускной щели, то следует воспользоваться выведенной формулой для расчета эпюры скоростей в конфузоре.

Разработанная методика позволяет оценить диспергированность потока в рабочих каналах существующих массонапускных систем и обосновать конструкцию проточных частей вновь проектируемых систем.

Библиографический список

1. Терентьев О.А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве.- М.: Лесная пром-сть, 1980.-248 с.
2. Александров А.В., Александрова Т.Н. Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги. Часть I. Реология и гидродинамика волокнистых суспензий/ СПбГТУРП.- СПб., 2015.- 132 с.: ил. 47. ISBN 978-5-91646-086-5

**СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МОНОКРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ, ВЫРАЩЕННЫХ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛЮСА B_2O_3**

Титов Р.А., Сидоров Н.В.

*Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева ФИЦ
КНЦ РАН – г. Апатиты
e-mail: r.titov@ksc.ru*

**STRUCTURAL FEATURES AND OPTICAL PROPERTIES OF LITHIUM
NIOBATE SINGLE CRYSTALS GROWN FROM A FLUX B_2O_3**

Titov R.A., Sidorov N.V.

*Tananaev Institute of Chemistry - Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of
the RAS» Science Centre of RAS, Apatity*

Нецентросимметричный монокристалл ниобата лития ($LiNbO_3$) обладает высокими значениями нелинейно-оптических коэффициентов, что обуславливает его широкое промышленное применение. Для создания материалов для преобразования лазерного излучения на периодически поляризованных доменах субмикронных размеров монокристаллы $LiNbO_3$ стехиометрического состава ($R=Li/Nb=1$) гораздо более предпочтительны, чем конгруэнтные монокристаллы ($R=0.946$), ввиду наличия у них существенно более низкого коэрцитивного поля (≈ 2.5 и ≈ 23.0 Кв/см, соответственно). Однако монокристаллы стехиометрического состава, полученные по традиционной промышленной технологии из расплава с 58.6 мол.% Li_2O , отличаются высокой композиционной неоднородностью [1].

Перспективными функциональными материалами для преобразования лазерного излучения могут быть номинально чистые близкие к стехиометрическим монокристаллы $LiNbO_3$, выращенные из конгруэнтного расплава с добавлением флюса B_2O_3 ($LiNbO_3:B$). Способ получения кристаллов $LiNbO_3:B$ является новым и впервые был предложен в работах [2-4]. На сегодняшний день имеются единичные публикации, посвящённые исследованию структурных особенностей и физических характеристик монокристаллов $LiNbO_3:B$ [2-4].

Цель данной работы: используя комплекс взаимодополняющих методов (спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС), спектроскопия ИК-поглощения, фотоиндуцированное рассеяние света (ФИРС), лазерная коноскопия), получить информацию о структурных особенностях, композиционной однородности и фоторефрактивных свойствах номинально чистых кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$. В работе исследованы монокристаллы $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ двух составов - 0.55 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте, соответственно. По данным ФИРС для исследованных кристаллов рассчитаны величины фотовольтаического и диффузионного полей, определяющих величину и особенности эффекта фоторефракции. Результаты исследований сравнивались с результатами, полученными для номинально чистых кристаллов конгруэнтного состава ($\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$) и стехиометрического состава ($\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$), выращенного из расплава с 58.6 мол.% Li_2O (табл.1). Кристаллы, исследованные в данной работе, выращивались в воздушной атмосфере методом Чохральского на промышленной установке «Кристалл-2». Методика выращивания кристаллов подробно описана в работе [3]. Методика определения диффузионного и фотовольтаического полей описана в работе [5].

Коэффициент вхождения бора в кристалл LiNbO_3 много меньше 1, поэтому содержание бора в выращенных кристаллах наблюдается на уровне следовых количеств ($4 \cdot 10^{-4}$ мол. %) [3]. Увеличение концентрации бора в шихте ниобата лития приближает кристалл $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ по составу к стехиометрическому. Это подтверждается расчётом концентрации Li_2O в выращенных кристаллах по росту температуры Кюри для кристаллов $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ и $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ (0.83 мол. % B_2O_3 в шихте) - 1145 и 1189 °С, соответственно. Приближение структуры кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ к стехиометрической подтверждают также данные спектроскопии КРС и ИК-поглощения: линии в спектрах КРС и ИК-поглощения кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ уже соответствующих линий в спектре кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ и близки к таковым в спектре кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, табл. 1.

Таблица 1

Значения частот (ν , см^{-1}), ширин (S , см^{-1}) и интенсивностей (I , *отн. ед.*) некоторых линий в ИК-спектре поглощения, спектре КРС, концентрация ОН-групп ($C(\text{OH})/\text{см}^{-3}$) и значения фотовольтаического (E_{pv} , В/см) и диффузионного (E_{D} , В/см) полей в кристаллах LiNbO_3 _{стех}, LiNbO_3 _{конг}, $\text{LiNbO}_3\text{:В}$ (0.55 и 0.83 мол. % $\text{В}_2\text{O}_3$ в шихте).

LiNbO_3 _{стех}			LiNbO_3 _{конг}			$\text{LiNbO}_3\text{:В}$ (0.55 мол. % $\text{В}_2\text{O}_3$ в шихте)			$\text{LiNbO}_3\text{:В}$ (0.83 мол. % $\text{В}_2\text{O}_3$ в шихте)		
<i>Параметры ИК-спектров поглощения</i>											
ν	I	S	ν	I	S	ν	I	S	ν	I	S
3465	0.14	4.28	3470	0.12	16.4	3466	0.144	12.5	3467	0.142	12.5
3480	0.11	5.37	3483	0.49	24.8	3480	0.077	17.7	3480	0.119	19.9
3488	0.07	8.18	3486	0.33	27.1	3485	0.333	27.7	3485	0.288	27.2
$C(\text{OH})/\text{см}^{-3}$											
$1.6 \cdot 10^{17}$			$3.3 \cdot 10^{17}$			$6.4 \cdot 10^{17}$			$6.3 \cdot 10^{17}$		
<i>Параметры спектров КРС</i>											
ν	S		ν	S		ν	S		ν	S	
156	7		156	12		156	7		155	9	
240	9		240	11		41	9		240	10	
268	10		268	14		270	13		270	13	
434	10		434	14		432	9		432	11	
<i>Напряжённости E_{pv} и E_{D}</i>											
E_{pv}	E_{D}		E_{pv}	E_{D}		E_{pv}	E_{D}		E_{pv}	E_{D}	
4055	1749		5003	52		5458	572		5554	25	

В номинально чистом кристалле LiNbO_3 , помимо глубоких ловушек электронов (основными из которых являются дефекты Nb_{Li}), существует множество мелких ловушек, влияющих на эффект фоторефракции и особенности спекл-картин ФИРС. Преимущественным механизмом фоторефракции в номинально чистом конгруэнтном кристалле LiNbO_3 является фотовольтаический [5]. Для кристаллов LiNbO_3 , выращенных из шихты с содержанием бора 0.55 и 0.83 мол. % $\text{В}_2\text{O}_3$, значения напряженности E_{pv} близки: 5458 и 5554 В/см, соответственно, табл. 1. При этом значение E_{D} минимально для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:В}$ (0.83 мол. % $\text{В}_2\text{O}_3$ в шихте) и максимально для LiNbO_3 _{стех} – 25 и 1749 В/см, соответственно, табл. 1. Это свидетельствует о росте доли диффузионного механизма переноса заряда в кристалле LiNbO_3 _{стех}.

Присутствие ОН-групп в кристалле LiNbO_3 повышает проводимость и эффект фоторефракции, понижает величину коэрцитивного поля. В ИК-

спектре поглощения и в спектре КРС кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ интенсивности и ширины линий, соответствующие валентным колебаниям ОН-групп меньше, чем в спектре конгруэнтного кристалла, табл. 1. Концентрация ОН-групп, рассчитанная из ИК-спектров поглощения по методу Клавира [6], минимальна для кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ и максимальна для кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ (0.55 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте), табл. 1. Важно отметить, что для кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ не наблюдается раскрытия индикатрисы ФИРС [2] в отличие от кристаллов $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ и $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ (0.55 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте). Коноскопические картины, полученные при мощности лазерного излучения 1 и 90 мВт, свидетельствуют о том, что композиционная однородность кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ сравнима с таковой для кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ и выше композиционной однородности кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ [3].

Таким образом, нами осуществлён новый подход к получению номинально чистых монокристаллов ниобата лития из расплава конгруэнтного состава с применением флюса B_2O_3 , обладающих повышенным упорядочением структурных единиц катионной подрешётки и композиционной однородностью и при этом обладающих низким эффектом фоторефракции и коэрцитивным полем. Объяснение этому следующее. Бор, будучи активным комплексообразователем, связывает избыточный в расплаве конгруэнтного состава ниобий, приближая тем самым по величине друг к другу эффективные коэффициенты распределения лития и ниобия. Отсутствие бора в кислородных октаэдрах структуры кристалла можно объяснить малым ионным радиусом элемента B^{3+} (0.25 Å) и невозможностью его октаэдрической координации в структуре кристалла. Следовые количества бора в структуре кристалла, предположительно, размещаются в тетраэдрических пустотах, тем самым дополнительно снижая вероятность образования дефектов Nb_{Li} .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-33-90025).

Библиографический список

1. Сидоров, Н. В. Композиционная однородность и оптические свойства стехиометрических кристаллов ниобата лития различного генезиса / Н. В. Сидоров, М. Н. Палатников, Л. А. Бобрева // Журнал структурной химии. – 2019. – Т. 60. - № 9. – С. 1434-1444.
2. Сидоров, Н. В. Особенности строения, физико-химические и оптические характеристики кристаллов ниобата лития, выращенных из расплавов, легированных бором / Н. В. Сидоров, Н. А. Теплякова, Р. А. Титов, М. Н. Палатников // Журнал технической физики. – 2018. - Т. 88. - № 12. - С. 1820-1828.
3. Сидоров, Н. В. Структурный беспорядок и оптические характеристики конгруэнтных кристаллов ниобата лития, выращенных из расплавов, легированных бором / Н. В. Сидоров, Н. А. Теплякова, Р. А. Титов, М. Н. Палатников // Сибирский физический журнал. – 2018. - Т. 13. - № 2. - С. 70-79.
4. Сидоров, Н. В. Структурный беспорядок и оптические свойства конгруэнтных кристаллов ниобата лития, легированных цинком и бором / Н. В. Сидоров, М. Н. Палатников, А. А. Яничев [и др.] // Оптика и спектроскопия. – 2016. - Т. 121. - № 1. - С. 40-49.
5. Goulkov, M. Photorefractive parameters of lithium niobate crystals from photoinduced light scattering / M. Goulkov, M. Imlau, Th. Woike // Phys. Rev. - 2008. - V. B 77. - P. 235110(1-7).
6. Klauer, S. Influence of H-D isotopic substitution on the protonic conductivity of LiNbO₃ / S. Klauer, M. Wöhlecke, S. Kapphan // Phys. Rev. B. - 1992. - V. 45. - P. 2786-2799.

УДК66.09

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Тубельцева А.Д., Кондрашкова А.Ю., Иванова Л.В.

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

e-mail: anna.tubeltseva@mail.ru

SYNTHESIS AND RESEARCH OF FUNCTIONAL PROPERTIES OF NITROGEN-CONTAINING OLEIC ACID DERIVATIVES

Tubeltseva A.D., Kondrashkova A.Yu., Ivanova L.V.

Gubkin Russian State Oil and Gas University

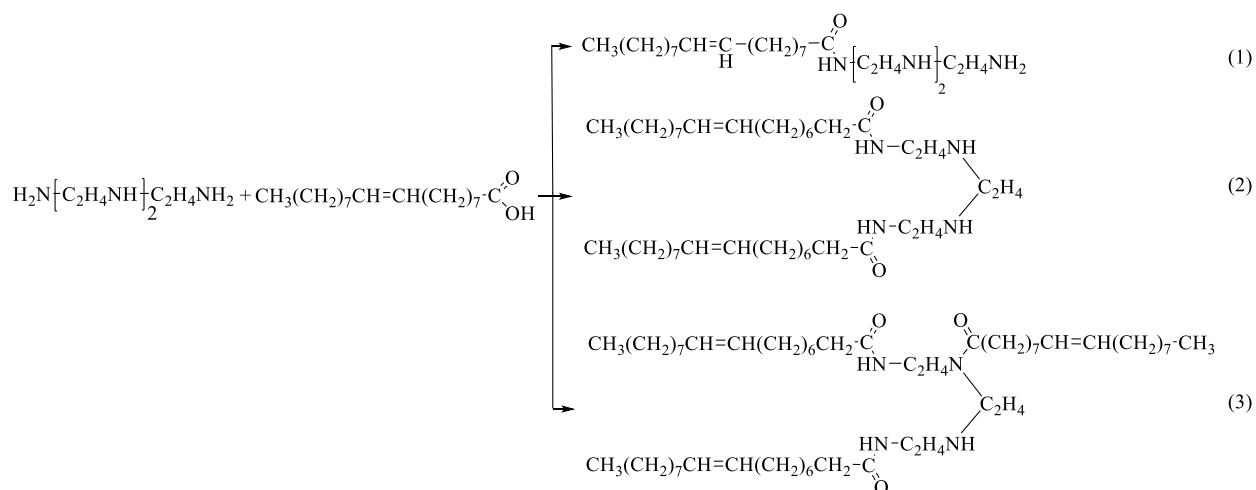
С каждым годом в мире, в том числе и в России, растет доля добычи трудноизвлекаемых ресурсов (ТРИЗ). По прогнозам министерства энергетики, добыча ТРИЗ к 2035 году повысится с 8 до 17%. В связи с этим актуальной задачей является создание новейших нефтепромысловых реагентов, способных качественно влиять на ряд свойств добываемых углеводородных систем.

Кроме того, в условиях импортозамещения, необходимо создание эффективных полифункциональных присадок для топлив и масел беззольного типа, улучшающих низкотемпературные, деэмульгирующие, антикоррозионные, смазочные, антиокислительные и другие свойства нефтепродуктов[0].

Известно, что высокой эффективностью и полифункциональностью обладают азотсодержащие соединения, в частности, соединения на основе амидов жирных кислот[0].

Кроме того, в качестве сырья для производства амидов жирных кислот применяются крупнотоннажные продукты российского производства. А их состав и, следовательно, свойства амидов можно изменять, воздействуя на параметры их синтеза [0]. Поэтому и научный, и практический интерес представляют исследования в области влияния параметров синтеза амидов жирных кислот на их выход, химическое строение, физико-химические и функциональные свойства.

Амиды жирных кислот получали по следующей схеме:



В качестве катализатора использовался монтмориллонит, обладающий слабовыраженным кислотным характером. Реакцию проводили при кипячении в о-ксилоле. Структуры полученных соединений были подтверждены методом ИК-спектроскопии.

Были получены результаты испытаний эффективности действия полученных амидов в качестве диспергирующей присадки совместно

сдепрессором Keroflux 6100 (BASF) в дизельных топливах (табл. 1). Установлено, что композиция присадки Keroflux 6100 и олеоамида проявляет синергизм – депрессия температуры застывания в дизельных топливах увеличивается более чем на 40°C, по сравнению с контрольным образцом и на 6°C по сравнению с образцом, содержащим только депрессор.

Таблица 1

Влияние композиции присадок Keroflux 6100 + олеоамид на депрессию температуры застывания дизельного топлива

№ образца	УВ система	Присадка	Концентрация, ppm	Tз, °C	Депрессия Tз, °C
1	ДТРНПК-ЛК5	-	-	-13	0
2	ДТРНПК-ЛК5	Keroflux 6100	500	-48	35
3	ДТРНПК-ЛК5	Keroflux 6100 + олеоамид	500+300	-54	41
4	ДТРНПК-ЛК5	Keroflux 6100 + олеоамид	500+400	-54	41

Библиографический список

1. Данилов А.М. Применение присадок в топливах: Справочник. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. – 368 с.
2. Романцова С.В., Алибаев Б.Т., Корнев А.Ю., Нагорнов С.А. Получение присадок для дизельного топлива, используемого в сельском хозяйстве // Наука в центральной России, 2017, №1(25). – С.54-62.
3. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. - 2-е изд., перераб. - Л.: Химия, 1985. - 312с

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОЛИДИСПЕРСНОСТИ НА РАЗМЕРЫ
АГРЕГАТОВ ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РАСТВОРАХ ПОЛИ-3-N-
[(ДИЭТИЛАМИНО)ПРОПИЛ]МЕТАКРИЛАМИДОВ**

Тюрина В.О.¹, Симонова М.А.², Филиппов А.П.²

¹*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики*

²*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
высокомолекулярных соединений Российской академии наук
e-mail: Valeriya01996@mail.ru*

**INFLUENCE OF THE DEGREE OF POLYDISPERSITY ON
HYDRODYNAMIC RADII OF AGGREGATES FORMED IN SOLUTION
OF POLY(N-[3-(DIETHYLAMINO)PROPYL] METHACRYLAMIDE**

Tiurina V.O.¹, Simonova M.A.², Filippov A.P.²

¹*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

²*Institute of macromolecular compounds, Russian academy of sciences*

Из научной литературы давно известны преимущества RAFT полимеризации перед радикальной, такие как возможность синтезировать полимеры с заданной молекулярной массой. Молекулярная масса задается соотношением концентрации мономера и концентрацией RAFT агента. Полимеры, синтезированные методами RAFT полимеризации прогнозируемо имеют узкое молекулярно-массовое распределение. Степень полидисперсности полимеров, полученных RAFT полимеризацией должны иметь коэффициент полидисперсности меньше 1.3. RAFT полимеризация может применяться для синтеза полимеров сложной структуры, а именно блок сополимеров.

Цель работы - сравнение характеристик растворов термо- и pH-чувствительного поли-3-N-[(диэтиламино)пропил]метакриламида (пДЭАПМА), полученного разными методами (методом радикальной и RAFT полимеризации). В качестве образцов были взяты образцы с близкими значениями молекулярных масс (табл. 1).

$M_w \times 10^{-3}$, Г/МОЛЬ	R_{h-D} , нм	dn/dc , см ³ /Г	$A_2 \times 10^4$, см ³ × МОЛЬ × Г ⁻²
32 Р.П.	3.2	0.08	1.9
36 (RAFT)	3.4	0.07	4.2

Таблица 1. Молекулярно-гидродинамические характеристики ПДЭАПМАА в хлороформе

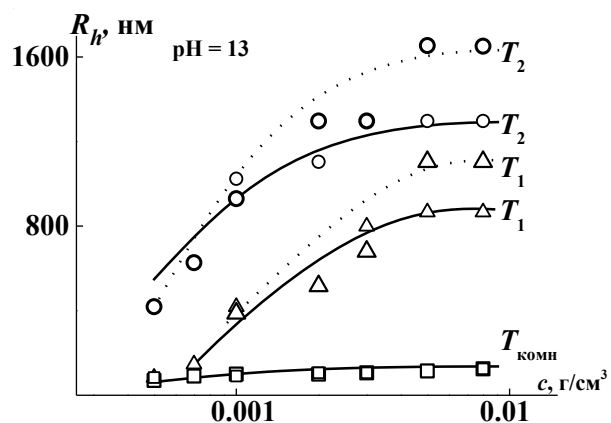


Рис.1 – Зависимости размеров агрегатов от концентрации для образцов ПДЭАПМАА полученных методами радикальной (пунктирная линия) и RAFT полимеризации (сплошная линия)

Влияние степени полидисперсности прослеживается на графике зависимости гидродинамических размеров агрегатов, образующихся при комнатной температуре и температурах, характеризующих интервал фазового расслоения (рис. 1). Размеры агрегатов, образующихся при температурах, T_1 и T_2 возрастают с увеличением степени полидисперсности.

Размеры агрегатов, формирующихся в растворах полимера, полученного методом контролируемой радикальной полимеризацией (RAFT) меньше, чем размеры агрегатов полимера, полученного методом радикальной полимеризации. При комнатной температуре $T_{комн}$ размеры агрегатов, образующихся в растворах полимеров, полученных разными видами синтеза практически одинаковые в пределах погрешности.

Библиографический список:

1. Kocak G., Tuncer C., Bütün V. // Polym. Chem. 2017. V. 8. N. 1. P. 144.
2. Wang Yu., He N., Lu Zh-Wu // J. Acta Polymerica Sinica. 2017. N. 3. P. 464.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНЫХ ЦЕНТРОВ НА ПОВЕРХНОСТИ NI-КАТАЛИЗАТОРОВ

Урбан К.А., Гилевская О.В., Черемисина О.А.
*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет) СПбГТИ(ТУ)
e-mail: olga4er@gmail.com*

INFLUENCE OF THERMAL TREATMENT MODES ON THE DISTRIBUTION OF ACTIVE CENTRES ON THE SURFACE OF NI-CATALYSTS

Urban K.A., Gilevskaya O.V., Cheremisina O.A.
Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University)

Изучение распределения активных центров на поверхности катализаторов и механизмов реакций, происходящих на этих центрах, представляет интерес для направленного синтеза катализаторов. Как известно, одинаковый химический состав не обеспечивает одинаковую эффективность и селективность катализатора. Таким образом, важны не только химический состав и технология изготовления, но и поверхностные свойства катализатора. Внесение активного компонента в Ni-катализаторы возможно только в виде оксида, поэтому первой технологической операцией является его термообработка в восстановительной среде при температурах 400-600 °С.

Цель работы: исследование влияния режимов термообработки на распределение активных центров на поверхности Ni-катализатора.

Объектом исследования был выбран промышленный Ni-катализатор ГИАП 3-6Н, который сохраняет свои свойства в течение длительного времени, что позволяет осуществить необходимую для эксперимента пробоподготовку. Исследование поверхности проводилось индикаторным методом, который был разработан А.П. Нечипоренко [1]. Данный метод основан на исследованиях функции кислотности для водных растворов Гаммета и Танабе с помощью набора кислотно-основных индикаторов [2]. При взаимодействии функциональных групп поверхности твердого тела с водным раствором индикатора происходит изменение окраски [1] и его коэффициента

пропускания, который измерялся на спектрофотометре ShimadzuUV-1800. Это позволило определить качественно и количественно содержание кислотно-основных центров [3].

Экспериментальные образцы измельчали до фракции 1-2 мм, затем подвергали термообработке в следующих средах: окислительной (в токе воздуха), в инертной (в токе N_2), а также в восстановительных (в токе H_2 и CO). Термообработка проводилась при $400\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 ч.

Образец, обработанный в токе CO , разрушился вследствие сильного зауглероживания, что не позволило провести его дальнейшее исследование. Установлено, что у образца, прошедшего термообработку в инертной среде N_2 распределение центров адсорбции соответствовало распределению центров не обработанного. Вероятно, температурное воздействие, как отдельный фактор, не влияет на изменение функционального состава поверхности в результате перегруппировки атомов. Распределение кислотно-основных центров для остальных образцов представлено ниже (рис. 1).

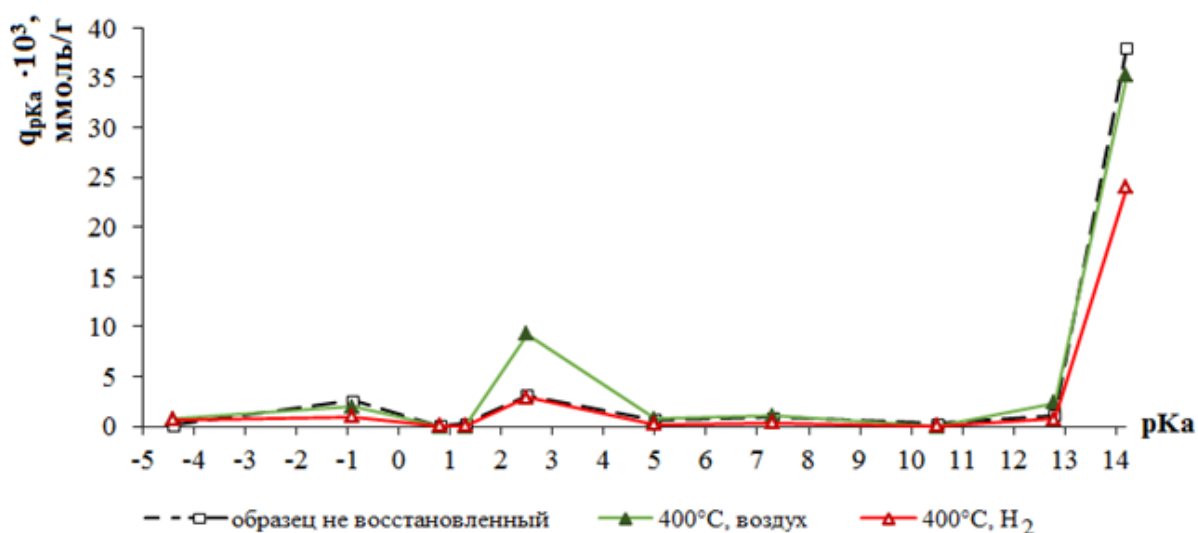


Рис.1 – Распределение кислотно-основных центров на поверхности Ni-катализатора

При термообработке в токе воздуха увеличилось количество бренстедовских кислотных центров (БКЦ) с pK_a 2.5, что возможно связано с

окислением связей и образованием дополнительных кислотных центров БКЦ ($-Al-O-O-H$). На количество других центров такая обработка не повлияла.

Было интересно установить наличие люисовских кислотных центров (ЛКЦ), а также их количество на поверхности носителя катализатора ГИАП 3-6Н, которым является $\alpha-Al_2O_3$. Установлено, что введение активного компонента NiO в катализатор ведет к увеличению содержания ЛКЦ на поверхности от 23 до 38 мкмоль/г. Ниже представлен возможный механизм образования ЛКЦ на поверхности катализатора (рис.2).

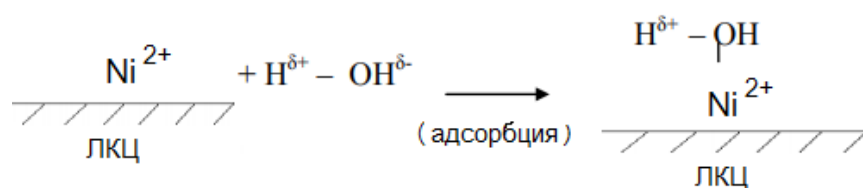


Рис.2 – Схема образования ЛКЦ

При термообработке катализатора в токе водорода количество ЛКЦ снижается с 38 мкмоль/г до 24 мкмоль/г в процессе восстановления активного компонента из окисленной формы Ni^{2+} в восстановленную Ni^0 .

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы. Поверхность никелевых катализаторов представлена кислотными центрами БКЦ с $pK_a = -0.9, 2.5$ и ЛКЦ с $pK_a = 14.2$. Было установлено, что количество центров БКЦ увеличивается в окислительной среде, а количество центров ЛКЦ в восстановительной среде. Увеличение температуры до $600\text{ }^{\circ}C$ и времени термообработки до 4 ч не оказывает существенного влияния на распределение центров адсорбции.

Библиографический список

1. Нечипоренко А.П. Донорно-акцепторные свойства поверхности твердофазных систем. Индикаторный метод. СПб.: Лань, 2017. - 284 с.
2. Танабе К. Твердые кислоты и основания. М.: Мир, 1973. - 183 с.
3. Сычев М.М. Кислотно-основные характеристики поверхности твердых тел и управление свойствами материалов и композитов. СПб.: Химиздат, 2016. - 276 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗМОЛА ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ДИСКОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ.

Ушаков А.В.¹, Алашкевич Ю.Д.¹, Кожухов В.А.¹

¹*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф.*

Решетнева

e-mail: al.usakov2194@mail.ru

POSSIBILITY OF GRINDING FIBROUS SEMI-FINISHED PRODUCTS OF HIGH CONCENTRATION IN A DISK MILL

Ushakov A.V.¹, Alashkevich J.D.¹, Kozhukhov V.A.¹

¹*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology*

Целью представленной рукописи является: на основании отдельных литературных источников, связанных с процессом размола волокнистых материалов продумать и разработать специальную размольную установку для осуществления размола массы высокой концентрации, учитывая сложности перемещения массы высокой концентрации в зону размола и особенности процесса размола массы высокой концентрации.

В лаборатории ВНИИБ проводились исследования, связанные с размолотом волокнистых материалов при высокой концентрации. Результаты исследований представлены в табл. 1 [2, 3, 4].

Таблица 1

Влияние концентрации массы при размолотом (40 °ШР) на некоторые показатели механической прочности бумаги

Концентрация	6%	30%
Разрывная длина, м	6200	6700
Объемный вес, г/см ³	0,680	0,760
Сопротивление продавливанию, кгс/см ²	3,0	4,5
Растяжимость, %	2,0	5,0
Число свободных перегибов,	1900	5000

Увеличение концентрации волокнистой массы наряду с достоинствами процесса размола имеет серьезный недостаток, связанный с транспортировкой волокнистой массы высокой концентрации для чего в размольной установке должен быть предусмотрен механизм перемещения этой массы в зону размола чаще всего в виде шнекового питателя [5, 6].

Вместе с положительными факторами исследования, в работах, представленных ранее, до сих пор не исследовано влияние отдельных

факторов на процесс размола: конструкция гарнитуры дисковых мельниц; частота вращения ротора дисковой мельницы. Не в полной мере учитывались: удельное давление в процессе размола и концентрация волокнистой массы; повышение температуры массы в процессе размола

Для решения всех этих вопросов на кафедре Машин и аппаратов промышленных технологий СибГУ им.акад. М.Ф. Решетнева разработана установка для размола массы высокой концентрации (рис. 1).

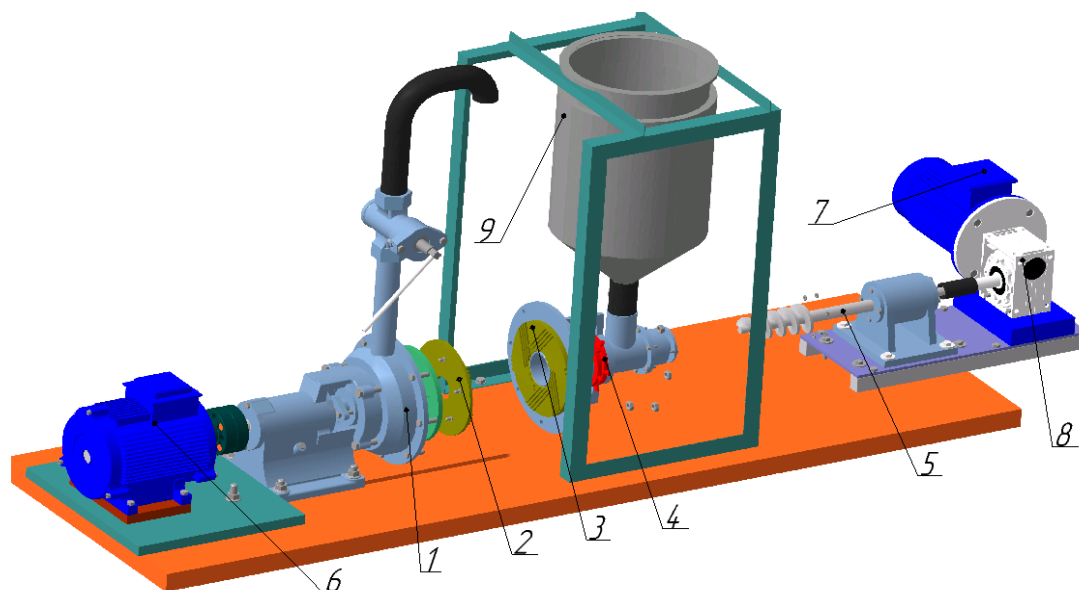


Рис. 1 – Схема размольной установки (1-зона размола; 2-ротор; 3-статор; 4-присадочное устройство; 5-шнековый питатель; 6-электродвигатель ротора; 7-электродвигатель привода шнекового питателя; 8-червячный редуктор привода шнекового питателя, 9-емкость для волокнистой массы)

В дисковой мельнице предусмотрено изменение частоты вращения диска ротора и шнекового питателя при помощи частотных преобразователей. Характеристики частоты вращения диска ротора и шнекового питателя указаны в табл.2

Для предотвращения нагрева массы в зоне размола до температуры выше 50° по Цельсию предусмотрено специальное устройство для охлаждения массы.

Технические характеристики размалывающей установки

Диаметр дисков, мм,	200
Зазор между размалывающими поверхностями дисков, мм,	0,1-1,5
Мощность электродвигателя вращения ротора, кВт,	4
Число оборотов диска ротора, об/мин,	500-2000
Мощность электродвигателя привода шнекового питателя, кВт,	0,55
Передаточное число червяного редуктора	1:30
Число оборотов вала шнекового питателя, об/мин	10-46
Концентрация размалываемой массы, %	1-15
Производительность мельницы, м ³ /ч	7-15

Выводом данной рукописи является создание и обкатка размольной установки, разработанной на кафедре Машин и аппаратов промышленных технологий СибГУ им.акад. М.Ф. Решетнева с учетом возможности регулирования частоты вращения ротора при размоле волокнистой массы и частоты вращения подающего механизма в зону размола а также необходимости регулирования зазора между ножами ротора и статора в рабочей зоне размола.

В рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья»

Библиографические список.

1. Корда, И. Размол бумажной массы [Текст]: учеб. для вузов / И. Корда, З. Либнар, И. Прокоп. – М.: Лесная промышленность. – 1967. – 421 с.
2. Алашкевич, Ю.Д. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли [Текст]: учеб. пособие / Ю.Д. Алашкевич, Н.С. Решетова. – Красноярск: СибГТУ. – 2015. – 317 с.
3. Иванов, С.Н. Технология бумаги [Текст]: С.Н. Иванов. – М., Л.: Гослесбумиздат. – 1970. – 720 с.
4. Лаптев, Л.Н. Новое в технологии размола массы на дисковых мельницах [Текст]: сборник рефератов / Л.Н. Лаптев, И.Н. Халандовский. – ВНИИБ: Изд-во «Лесная промышленность». – 1970. – с.157–171.
5. Сахаров, С.М. Размол массы высокой концентрации [Текст]: сборник рефератов по зарубежным материалам / С.М. Сахаров –ВНИИЦБМ. – М.: Лесная промышленность. – 1971. – 64 с.
6. Алашкевич, Ю.Д. Гидродинамические явление при размоле волокнистых полуфабрикатов в ножевых размалывающих машинах: монография [Текст]: Ю.Д. Алашкевич. – Красноярск: СибГТУ.– 2000. – 248 с.

ПАРОВОЙ РИФОРМИНГ МЕТАНОЛА НА КОМПОЗИТАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА

Фарафонова Л. А.^{1*}, Тополюк Ю. А.¹, Лыткина А. А.², Жилиева Н. А.², Орехова Н. В.²,
Ермилова М. М.²

¹*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина*

²*Институт нефтехимического синтеза имени А. В. Топчиева РАН*

*e-mail: milafarafonova98@mail.ru

STEAM REFORMING OF METHANOL ON COMPOSITES BASED ON TITANIUM OXIDE

Farafonova L. A.¹, Topolyuk J. A.¹, Lytkina A. A.², Zhilyaeva N. A.², Orekhova N. V.²,
Ermilova M. M.²

¹*Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)*

²*A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis of the Russian Academy of Sciences*

В настоящее время все большее внимание исследователей привлекает получение высокочистого водорода, необходимого для низкотемпературных топливных элементов (НТТЭ), из возобновляемого сырья – спиртов, получаемых из биомассы. Одним из перспективных методов получения водорода является паровой риформинг метанола (ПРМ), который протекает при относительно низких температурах ($T=200-350^{\circ}\text{C}$), что не требует больших энергозатрат, а также дает мало побочных продуктов реакции [1].

Согласно литературным данным в реакции ПРМ применяются катализаторы на основе меди и металлов VIII-группы, которые отличаются высокой активностью и селективностью [1]. В качестве носителей для металлических катализаторов обычно используются оксидные материалы [2], однако важной задачей является увеличение селективности композита и его устойчивости к зауглероживанию. Остается актуальным и поиск новых катализаторов с целью обеспечения высокой активности, селективности и стабильности протекания процесса.

Целью данной работы явилось создание биметаллических Pt-Rh (1:1) и Cu-Ni(4:1) катализаторов на композитах на основе TiO_2 , а также исследование полученных катализаторов в реакции ПРМ.

В работе представлена методика получения носителя, а также методика нанесения металлов на полученные носители боргидридным методом.

Полученные катализаторы были охарактеризованы методами Брунера – Эммета– Теллера (БЭТ), рентгенофазовым анализом (РФА), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), а также протестированы в трубчатом реакторе в реакции ПРМ (рис.1).

После проведенных испытаний было сделано сравнительное исследование активности Pt-Rh и Cu-Ni катализаторов, синтезированных на поверхности оксида титана в реакции ПРМ. В процессе тестирования катализаторы показали хорошую стабильность. В данной работе также показано, что активность катализаторов и распределение продуктов зависит от структуры состава носителя и состава активной фазы катализатора. Было показано, что самым активным катализатором среди исследованных является Pt-Rh/TiO₂-In₂O₃.

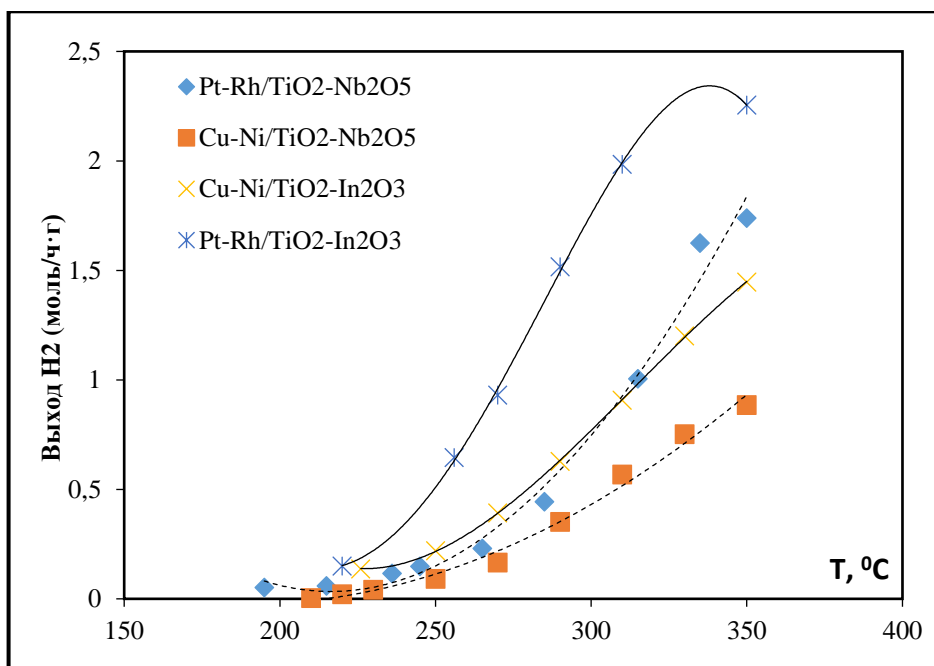


Рис.1 – Выход водорода на исследуемых катализаторах

Библиографический список

1. Sa S. Applied Catalysis B: Environmental./Sa S., Silva H., Brandao L.// Catalysts for methanol steam reforming – A review.–2010. Vol. 15, №99, –P. 43-57.
2. Park J.E. International Journal of Hydrogen Energy. / Park J.E., Yim S.D., Kim C.S. // Hydrogen as energy carrier.–2014. Vol. 39, № 33– P. 11517-27.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППОВОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

Федина Р.А.¹, Бадикова А.Д.^{1,2}, Куляшова И.Н.¹, Дубовцев Д.А.¹, Фаткуллин Р.Р.¹

¹*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

²*Уфимский Институт химии Уфимского федерального исследовательского центра РАН*

e-mail: r121990@yandex.ru

DETERMINATION OF GROUP HYDROCARBON COMPOSITION OF HEAVY OIL RESIDUES

Badikova A.D., Fedina R.A., Kulyashova I.N., Dubovtsev D.A., Fatkullin R.R.

Ufa State Petroleum Technological University

Тяжелые нефтяные остатки – это сложная многокомпонентная и полидисперсная по молекулярной массе смесь высокомолекулярных углеводородов и гетеросоединений, которая включает, кроме углерода и водорода, серу, азот, кислород и металлы, такие как, ванадий, никель, железо, молибден и др. Основные компоненты первичных (нативных) тяжелых нефтяных остатков (ТНО) – смолы, асфальтены, мальтены, масла. Во вторичных тяжелых остатках нефти, подвергнутых термодеструктивному воздействию, могут присутствовать также карбены, карбоиды [1].

В виду возможности использования тяжелых нефтяных остатков нефтепереработки для получения поверхностно-активных продуктов путём сульфирования возникает необходимость определения углеводородного состава. В этой связи целью работы явилось определение группового углеводородного состава образца тяжелого нефтяного остатка.

В качестве объекта исследования использовался продукт термической конверсии тяжелых нефтяных остатков нефтепереработки. Определение проводили на лабораторной установке для хроматографического анализа «Градиент-М» (рис. 1) в соответствии с методикой [2].

Групповой углеводородный состав исследуемого образца представлен в табл. 1.

Групповой углеводородный состав ТНО

Углеводороды	Содержание, мас. %
Парафино-нафтяные	23,6
Легкие ароматические	17,4
Средние ароматические	6,2
Тяжелые ароматические	23,0
Смолы I	10,7
Смолы II	10,2
Асфальтены	10,9

Таким образом, анализ опытного образца продукта термической конверсии тяжелых нефтяных остатков нефтепереработки методом жидкостно-адсорбционной хроматографии с градиентным вытеснением позволил определить наличие в образце ароматических углеводородов общим содержанием около 50% мас. и смолисто-асфальтовых веществ порядка 30%, что является предпосылкой для использования его в качестве сырья при получении сульфированного реагента [3] с целью дальнейшего использования в качестве поверхностно-активного компонента бурового раствора.

Библиографический список

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов. –Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
2. Виноградов О.В. Лабораторная установка для хроматографического анализа «Градиент-М» конструкции ИНХП РБ. Методика определения группового состава нефтепродуктов, выкипающих выше 300 °С. Уфа, 2009.
3. Патент 2688694 Российская Федерация, МПК C07C 303/06. Способ получения сульфонов / Бадикова А.Д., Федина Р.А., Мустафин А.Г., Сидельников А.В. Заяв. 26.11.2018; опубл. 22.05.2019. Бюл. № 15. – 6 с.

ГУММИАРАБИК – ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ В ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И АКВАРЕЛЬНЫХ КРАСКАХ

Фещенко А.В., Осовская И.И.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: iraosov@mail.ru*

GUM ARABIC IS THE MAIN COMPONENT IN ART AND WATERCOLOR PAINTS

Fechshenko A.V., Osovskaya I. I.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

В настоящее время наблюдается настоящий бум в области производства водных красок. Это объясняется рядом причин. Сместились акценты в потреблении красок: на первый план вышли краски строительного назначения и антикоррозионные лакокрасочные материалы. Именно в этих областях применения отчётливо проявляются их экологические и технические преимущества. Расширилось производство водных красок, оно несложно с точки зрения аппаратного оформления, краски относительно дешевы по сравнению с органорастворимыми лакокрасочными материалами (ЛКМ). Наряду с водными ЛКМ промышленного и бытового назначения с каждым годом возрастает потребность и в водных красках для художественного творчества [1,2].

Целью моей работы является исследование свойств гуммиарабика в качестве пленкообразующего полимера для его применения в акварельных красках для детского художественного творчества.

По своему составу гуммиарабик – это смесь сложных органических соединений, состоящая из глюкозидо-гумикислот, например, арабиновой и её кальциевых, магниевых и калиевых солей.

На первом этапе работы были изучены основные свойства полимера. В работе показана хорошая смешиваемость раствора гуммиарабика с пигментами и пластификаторами, что актуально для производства ЛКМ.

Одной из важнейших характеристик пленкообразователя является его способность к растворению в различных растворителях (табл. 1).

Изучение влияния кислых/щелочных сред на растворимость полимера в воде, показало отсутствие влияния рН среды на растворимость (табл. 1).

Таблица 1

Влияние рН на время растворения 0,1% водного раствора Гуммиарабика при различных температурах

№ п/п	рН	Температура 25 °С	Время растворения, мин	Температура 60 °С	Время растворения, мин
1	6	25	5,5	25	2,5
2	4	25	5,5	25	2,5
3	10,5	25	5,0	25	1,5

Из табл. 2 можно сделать вывод - лучшим из представленных растворителей является H₂O (табл. 2).

Таблица 2

Определение растворяющей способности

Растворитель	Объем осадителя (изопропиловый спирт)
Водный раствор аммиака	20,8
H ₂ O	25
1% NaOH	18

Для изучения коллоидно-химических свойств были приготовлены растворы гуммиарабика. Поверхностное натяжение растворов измеряли методом отрыва кольца на приборе Дю-Нуи. Известно, что ПАВ способны образовывать истинные растворы лишь при очень малых концентрациях. С увеличением концентрации раствор коллоидизируется: из истинного превращается в коллоидный вследствие образования в объеме раствора коллоидных агрегатов – мицелл. Это явление составляет важнейшую характерную особенность коллоидных ПАВ, с которым связаны многие практически ценные свойства их растворов (табл.3, рис.1).

Таблица 3

Поверхностное натяжение водных растворов гуммиарабика при $t = 22^\circ\text{C}$

Полимер	Концентрация %	Показания лимба, n_p	Поверхностное натяжение, мН/м (σ)
Вода	-	16,5	72,8
	0,1	16,0	68,9
	0,5	14,9	56,2
	0,6	14,3	52,9
	0,7	14,1	50,7
	0,8	14,0	48,5
	5	14,0	48,5

16,5-показания шкалы лимба при отрыве кольца от поверхности дистиллированной воды; $\sigma(\text{H}_2\text{O})=72,87$ мН/м; n_p - показания шкалы лимба при отрыве кольца от поверхности раствора (среднее из 3-5 определений).

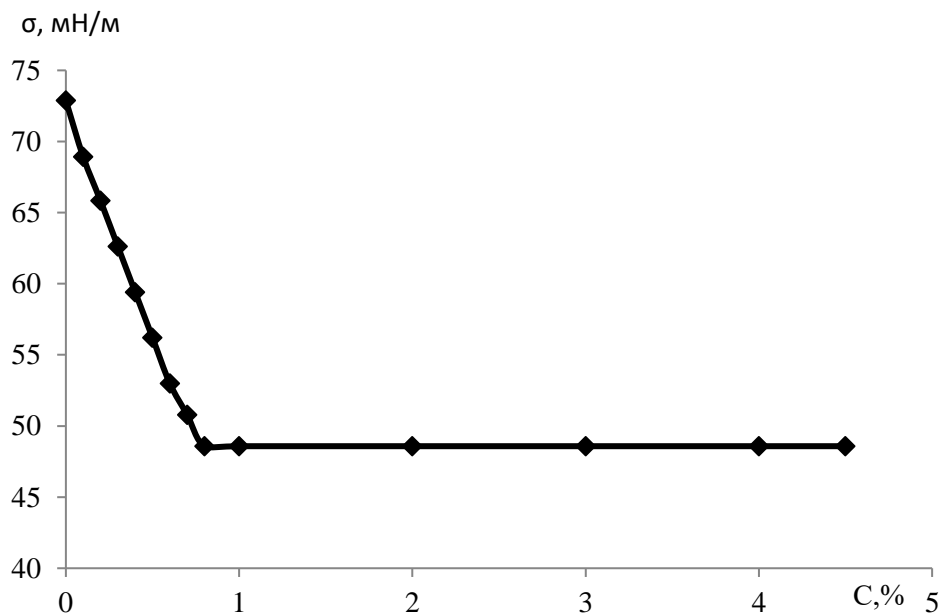


Рис.1 – Влияние концентрации раствора на поверхностное натяжение

$$\sigma_{\text{ккм}}=48,1 \text{ мН/м}, C_{\text{ккм}}=0,8 \%$$

В табл.4 показано влияние рН на условную вязкость 1% водного раствора Гуммиарабика

Таблица 4

Влияние рН на условную вязкость, мин. 1% водного раствора Гуммиарабика

Условная вязкость при различных рН, диаметр капилляра 2 мм			
2 мм	рН 6,0	рН 4,4	рН 10,5
Время, м	34	39,5	37

Выводы:

1. Поверхностная активность гуммиарабика позволит не вводить ПАВ при получении лакокрасочной композиции.

2. Полученные в работе ККМ, условной вязкости, хорошая смешиваемость с пигментом и пластификатором могут быть использованы для разработки технологии получения ЛКМ.

Библиографический список

1. Осовская И.И., Ковжина А.Л., Милютин А.В. Вододисперсионные краски: учебное пособие. – СПб: Изд-во СПбГТУРП, 2012. – с.

2. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойк, перевод с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ МОДЕЛИ КОНВЕКТИВНО-ДИФФУЗИОННОГО ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЕМЕ

Фролов Г.Я., Епифанов А.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики*

e-mail: garry96.96@yandex.ru

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE CALCULATION OF CONVECTIVE- DIFFUSION TRANSPORT OF POLLUTANTS IN THE RESERVOIR

Frolov G.Ya., Epifanov A.V.

*Saint-Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

Расчет ветровых течений является актуальной математической задачей. Знание направлений и самих величин ветровых течений необходимо для расчета процессов переноса и трансформации загрязняющих веществ, определения нагрузок на гидротехнические сооружения, ведения хозяйственной деятельности.

Существует две модели течений: модель установившегося течения в небароклинном море малой и средней глубины, и модель установившихся течений в глубоком бароклинном море. В первом случае допускается, что

течения доходят до поверхности дна моря. Во втором случае, считается, что течения доходят только до не перемешивающегося слоя- термоклина [2].

Разработанная программа реализует алгоритм расчета ветровых течений, предложенный П. С. Линейкиным. Для написания программного кода использовалась программа Delphi 10.1 Berlin.

На первом этапе программа разбивает водный объект на ячейки с шагом сетки X и Y. В качестве исходных данных в программу вносятся: глубины водного объекта в различных точках, скорость и направление ветра (для расчета необходимо вводить проекции по осям X и Y). Значения скорости ветра и глубин нужно вбивать в каждую ячейку.

После ввода входных параметров (рис. 2) программа начинает расчет по следующему алгоритму [1]:

1. Рассчитывается тангенциальное давление ветра (T_x и T_y дн/см²)

$$T_x = \gamma \cdot W_x \cdot |W_x| \quad (1)$$

$$T_y = \gamma \cdot W_y \cdot |W_y| \quad (2)$$

где, $\gamma = 0,032$ (безразмерный)

Для расчета каждой функции создается отдельный двумерный массив.

2. Рассчитывается функция $rotT$:

$$rotT = \frac{1}{2x} \cdot (T_{y(4)} - T_{y(2)} - T_{x(3)} + T_{x(1)}) \quad (3)$$

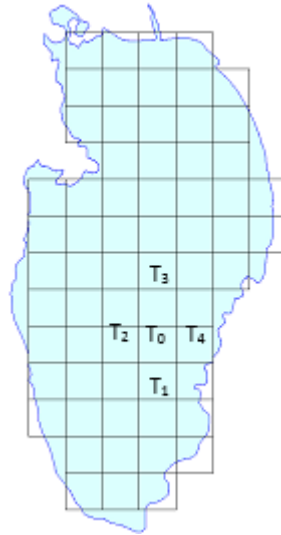


Рис. 1 – Расположение ячеек

Значения ячеек 4 и 2 принимаются из рассчитанных T_y , а ячейки 1 и 3- для T_x . На рис. 1 представлено как располагаются ячейки.

При расчете массивов функций T_x , T_y и $rotT$ необходимо учитывать граничные условия с берегом. Принимается, что концентрации на границе вода-берег равна концентрации в соседней ячейке. Поэтому сначала необходимо вычислить значения концентраций в воде и только потом в граничных ячейках.

3. Рассчитывается функция f_0 :

$$f_0 = \frac{rotT \cdot 200 \cdot x}{\gamma} \quad (4)$$

f_0 - выражается целым числом.

4. Рассчитывается ψ_0 , вычисления необходимо производить несколько раз, до тех пор пока два последовательных расчета не совпадут в пределах заданной точности:

Первое приближение:

$$\bar{\psi}_0 = \frac{1}{4} \cdot (f_{0(1)} + f_{0(2)} + f_{0(3)} + f_{0(4)}) - f_0 \quad (5)$$

Последующие приближения:

$$\bar{\psi}_0 = \frac{1}{4}(\bar{\psi}_1 + \bar{\psi}_2 + \bar{\psi}_3 + \bar{\psi}_4) - f_0 \quad (6)$$

Для расчета ψ_0 в программе написаны две отдельные процедуры по расчету и сравнению массивов. Сначала рассчитывается массив с первым приближением, затем со вторым. После чего происходит обращение к процедуре сравнения двух последних массивов ψ_0 . В этой процедуре поочередно сравниваются соответствующие ячейки по следующей формуле:

$$n = \frac{\psi_1^{i,j}}{\psi_2^{i,j}} \cdot 100\% , \text{ где } n\text{- относительная ошибка, } \psi_1^{i,j} \text{ - ячейки массива } i\text{-го столбца,}$$

j -й строчки. Данные считаются сошедшимися, если относительная ошибка значений не превышает 10%. Для сравнения используется цикл с предусловием: если $n > 10\%$, то рассчитать следующее приближение. Цикл будет выполняться, пока ошибка во всех ячейках не будет меньше 10% [3].

5. Рассчитывается функция полных потоков:

$$\psi = \bar{\psi} \cdot H \quad (7)$$

6. Рассчитывается скорость течения на заданном горизонте z :

$$u = \frac{3 \cdot (H^2 - z^2) \cdot (\psi_4 - \psi_2)}{4 \cdot H^3} + \frac{T_x}{4 \cdot A_z} \cdot (H^2 - 4 \cdot H \cdot z + 3 \cdot z^2) \quad (8)$$

$$v = \frac{3 \cdot (H^2 - z^2) \cdot (\psi_3 - \psi_1)}{4 \cdot H^3} + \frac{T_y}{4 \cdot A_z} \cdot (H^2 - 4 \cdot H \cdot z + 3 \cdot z^2) \quad (9)$$

Скорость на поверхности:

$$u_0 = \frac{3 \cdot (\psi_4 - \psi_2)}{4 \cdot h \cdot H} + \frac{T_x \cdot H}{4 \cdot A_z} \quad (10)$$

$$v_0 = \frac{3 \cdot (\psi_3 - \psi_1)}{4 \cdot h \cdot H} + \frac{T_y \cdot H}{4 \cdot A_z} \quad (11)$$

Результат выводится в виде ячеек, в которых указаны величина и направление ветровых течений. Для вычисления направления течений

используется следующая формула: $tg\alpha = \frac{y}{x}$, где α -направление ветра, y -проекция ветра по оси y , x -проекция ветра по оси x .

7. В результате расчетов выводится направление и величина скорости течений в каждой ячейке (рис. 3).

Рис. 2 – Форма для ввода входных параметров

- 1- Поле для ввода размера одной ячейки
- 2- Поле для ввода значений глубин
- 3- Поле для ввода значений проекции скорости ветра по оси X
- 4- Поле для ввода значений проекции скорости ветра по оси Y
- 5- Кнопка расчета

Рис. 3 – Форма для вывода данных

- u - скорость течения по оси x
- v - скорость течения по оси y

Библиографический список:

1. Линейкин П. С. О ветровых течениях в глубоком море // Метеорология и гидрология. 1956 № 12 С. 26–43.
2. Фельзенбаум А. И. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений // Изд. АН СССР. 1960
3. Осипов Д. Л. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android. - СПб.: БХВ-Петербург, 2014.- 464 с.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАПСУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ

Фуфаева В.М.

МИРЭА – Российский технологический университет

e-mail: fufaeva.96@mail.ru

RESOURCE-SAVING CAPSULATION TECHNOLOGY IN THE FIELD OF GRANULATION OF FERTILIZER

Fufaeva V.M.

MIREA - Russian Technological University

Процессы гранулирования широко применяются в различных отраслях промышленности. Одной из крупнейших сфер применения данного процесса является производство удобрений для сельского хозяйства.

За последние 20 лет экстенсивного земледелия почвы утратили 20 % гумуса, сократилось количество посевных площадей [1]. В связи с этим производство удобрений и ресурсосбережение в этой отрасли остаются актуальными и представляют большой научный интерес. Реализация ресурсосбережения возможна за счет повышения эффективности усвоения полезных веществ растениями, уменьшения материальных потерь в процессе производства, транспортировки и хранения, количества отходов материалов. Это может быть достигнуто за счет повышения качества удобрения или разработки, производства и применения удобрений с медленным и регулируемым высвобождением компонентов, обеспечивающим его пролонгированное действие [2]. Природные биоразлагаемые полимеры, такие как лигнин, крахмал, хитин, полисахариды [3], часто применяются для создания оболочки гранул, однако не могут использоваться в натуральной чистой форме в качестве эффективного материала покрытия из-за некоторых их свойств. Например, крахмал имеет гидрофильную природу и обладает плохими механическими свойствами. В [4] исследована возможность применения биоразлагаемых покрытий, состоящих из крахмала и лигнина, которые взаимодополняют друг друга.

Данная работа посвящена разработке технологии капсулированных минеральных удобрений с биоразлагаемой оболочкой на основе крахмала и производных лигнина, обеспечивающей пролонгированное действие полезных компонентов. Экспериментальная установка включает в себя тарельчатый аппарат для капсулирования гранул и форсунку для распыления связующего. Наповерхность движущегося слоя гранул сложного NPK удобрения наносилась оболочка из крахмала и водорастворимого сульфопроизводного лигнина. Общая влажность составляла 20%. При этом около половины массы крахмала осталась в слое гранул, не образовав оболочку, что свидетельствует о недостаточном увлажнении гранул для налипания порошка.

На рис. 1 изображено распределение гранулометрического состава полученных гранул. Так как исходная загрузка гранул составляла в основном фракцию от 1 до 2 мм, можно сделать вывод, что при капсулировании наблюдается увеличение диаметра продукта – основная фракция от 3 до 4 мм.

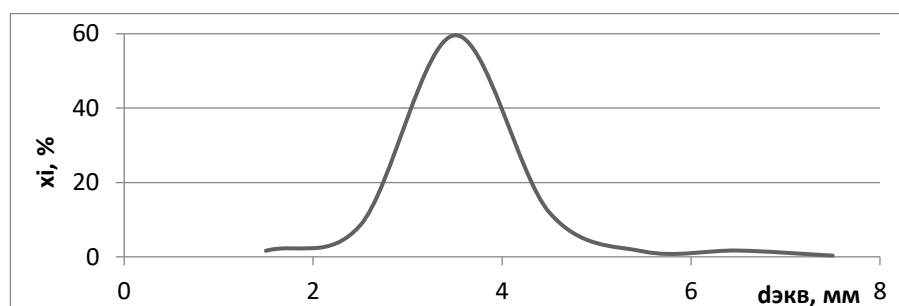


Рис. 1 – Дифференциальная кривая распределения гранулометрического состава полученных гранул

Были также получены зависимости прочности капсулированных гранул от их диаметра. Кривая располагается в области высоких прочностей, и прочность гранул соответствует ГОСТу [5] для сложных удобрений (рис. 2).

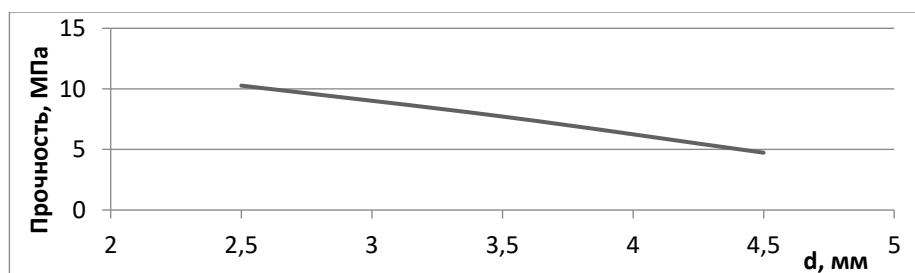


Рис. 2 – Зависимость прочности полученных гранул от их диаметра

При анализе растворимости полученных гранул было выявлено, что время растворения капсулированных гранул в воде увеличивается приблизительно в 1,5 раза, однако полного пролонгированного эффекта не наблюдается.

При проведении лабораторных исследований было также отмечено, что:

- а) при увеличении объема связующего, увеличивалась схватываемость оболочки с гранулой, но при этом прочность гранул заметно падала из-за избыточной влажности (необходимо дополнительное прокалывание гранул);
- б) при избытке крахмала наблюдался значительный пылеунос, а при увеличении общего количества крахмала и связующего наблюдалось образование агломератов, которые при застывании не разбивались на мелкие частицы товарного размера; в) при увеличении времени пребывания гранул на тарели улучшался товарный вид получаемого продукта.

Библиографический список

1. Акимова Ю.А., Полушкина Т.М. Перспективы развития органического сельского хозяйства в России // *Современные проблемы науки и образования*. –2015.– №2-1.– С. 344-351.
2. Липин А.Г., Небукин В.О., Липин А.А. Капсулирование гранул в полимерные оболочки как метод создания минеральных удобрений с регулируемой скоростью высвобождения питательных веществ // *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. – 2017. – №3. – С. 86-91.
3. Majeed Z., Ramli N. K., Mansor N., Man Z. A comprehensive review on biodegradable polymers and their blends used in controlled release fertilizer processes // *Rev. Chem. Eng.* – 2015. – V. 31. – P. 69-95.
4. Ariyanti S., Man Z., Azmi B.M. Improvement of hydrophobicity of urea modified tapioca starch film with lignin for slow release fertilizer // *Adv. Mater. Res.* – 2012. – V. 626. – P. 350-354.
5. ГОСТ 19691-84. Нитроаммофоска. Технические условия (с Изменениями N 1, 2). – М.: Издательство стандартов. –1999.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РЕДКИХ ГАЗОВ В ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Ханина О.А., Семейкина А.Д.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
e-mail: z0014634@gmail.com

OPTIMIZATION OF CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS PARAMETERS FOR DETERMINING RARE GASES IN NATURAL GAS

Khanina O.A., Semeykina A.D.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Природный газ является смесью различных газообразных углеводородов, основная его часть состоит из метана, его в смеси 70-98%, но состав меняется в зависимости от месторождения. Попутный и природный газы содержат алканы, следы водорода, гелия, малочисленное количество аргона и азота, небольшое количество ароматических и циклических углеводородов. К тому же, в этих газах присутствуют сернистый водород, диоксид углерода и тиолы [1,2].

Благодаря газохроматографическому анализу имеется возможность определения содержания различных компонентов в природном газе наравне с изменением теплотворной способности и общего его количества. Так как стоимость ПГ складывается из его калорийности, то экономическая эффективность потребления и производства природного определяется точностью компонентного состава [3].

Ценность данных по содержанию редких (благородных) газов возрастает при наличии в газе гелия, концентрации которого делают целесообразным его выделение. Данная информация чрезвычайно важна при планировании стадий по получению и доочистке гелиевого концентрата, так как даже небольшие содержания в природном газе благородных газов и водорода значительно возрастают после удаления из природного газа углеводородных компонентов.

Долгое время для определения редких газов использовались набивные колонки с цеолитом марки СаА, в колонки диаметром 3 мм и длиной 6 м

удавалось вводить до 5 мл газовой смеси, что благоприятно отражалось на отклике детектора при низких концентрациях, однако необходимо было поддерживать температуры не выше 30-40°C и отдувать колонку после анализов, что значительно увеличивало время испытаний. Однако значительная длина колонки обуславливала существенное гидравлическое сопротивление, а изменение температуры обуславливало «разбухание» адсорбента, что могло менять скорость газа-носителя даже при качественных регуляторах расхода.

В дальнейшем при появлении микро-ДТП стало возможным ввод меньшего количества анализируемого газа, а появление и распространение PLOT-колонок дало возможность пользоваться преимуществами значительного увеличения разделяющей способности.

В работе были использованы PLOT-колонки с различными наполнителями, но наибольшую эффективность показал цеолит 5А, использование которого даже при перегрузке колонки и использовании гелия и аргона в качестве газов-носителей позволяет получать симметричные пики гелия, водорода, азота, кислорода и диоксида углерода, аргона в природном газе при сокращении времени анализа по сравнению с набивной колонкой. Таким образом, использование современных колонок при определении редких газов в природном газе позволяет уменьшить время анализа и увеличить производительность газового хроматографа.

Библиографический список

1 Козлов А.М., Карпов А.Б., Авакян Т.А. Определение состава природного газа методом газовой хроматографии: Методические указания по выполнению лабораторной работы. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2013. 31 с.

2 Карпов А.Б., Кондратенко А.Д., Козлов А.М. Современные методы анализа газов и газоконденсатов: лабораторный практикум. СПб.: Лань, 2018. 120 с.

3 Козлов А.М., Карпов А.Б., Авакян Т.А. Определение серосодержащих соединений в природных и сжиженных газах: Методические указания по выполнению лабораторной работы. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2013. 29 с.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТОЗАНА НА ЕГО БИОСОВМЕСТИМОСТЬ

Хасяк Я.К.¹, Загоскин Ю.Д.², Васильев А.В.^{3,4}, Кузнецова В.С.⁴, Григорьев Т.Е.^{1,2}

¹МИРЭА — Российский технологический университет

²НИЦ «Курчатовский институт»

³Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова

⁴ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава РФ

e-mail: ya555007@yandex.ru

REACETYLATION DEGREE OF CHITOSAN AS FACTOR OF ITS BIOSCOMPATIBILITY

Khasyak Y.K.¹, Zagoskin Y.D.², Vasilyev A.V.^{3,4}, Kuznetsova V.S.⁴, Grigoriev T.E.^{1,2}

¹MIREA – Russian Technological University

²NRC "KurchatovInstitute"

³Research Centre of Medical Genetics

⁴Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery

Гидрогелии губчатые материалы на основе хитозана находят широкий интерес в биомедицине. Одним из возможных применений данных систем является использование их в качестве основы костно-пластических материалов. К преимуществам изделий на основе хитозана можно отнести биосовместимость и биоразлагаемость, но в то же время в ряде случаев возникает небольшая воспалительная реакция, что существенно ограничивает применение подобных материалов [1]. Было выдвинуто предположение, что на биосовместимость хитозана существенным образом влияет его степень деацетилирования (СД).

В работе было проведено деацетилирование хитозана (ChitoClearHQG 1600, «43040», Primex, Island) до теоретических значений СД: 19,5; 39,0; 48,8; 55,3 %. Растворы хитозана в уксусной кислоте в присутствии метанола нейтрализовывали 0,5N NaOH до pH 5,0 и обрабатывали уксусным ангидридом при комнатной температуре. Реакцию проводили в течение 30 мин. Поскольку растворимость продукта в кислой среде с уменьшением СД падает, для дальнейшего деацетилирования хитозана до СД 19,5 и 39,0 % повышали pH раствора до 8,0 и добавляли вторую порцию уксусного ангидрида. Реакцию проводили в течение 3 ч с контролем pH среды. Все полученные образцы диализовали против дистиллированной воды в течение 7

суток и лиофильно высушивали. Степень деацетилирования устанавливали с помощью ^1H -ЯМР и ИК-Фурье спектроскопии. Реальная степень деацетилирования на высоких степенях конверсии получилась заметно выше теоретической ввиду существенной потери растворимости хитозана.

На основе исходного и деацетилированных хитозанов были получены губчатые материалы методом лиофилизации 2,2 масс.% замороженных стерильных растворов в 2 % уксусной кислоте. Полученные образцы были исследованы *in vivo* при подкожной имплантации самцам крыс линии «Wistar» на срок 14 суток.

Экспресс-определение острой воспалительной реакции на имплантацию исследуемых материалов проводилось с помощью исследования гистологических срезов. Снижение СД приводило к статистически значимому снижению лейкоцитарной инфильтрации. Наибольшее уменьшение числа лейкоцитов наблюдали после имплантации хитозановых губок с низкой СД, при котором были выявлены только единичные лейкоциты в различных полях зрения.

Полученные данные в эксперименте *in vivo* позволяют сделать вывод, что с уменьшением СД хитозана существенно повышается биосовместимость материалов, что позволяет рассматривать их в качестве биосовместимой основы для моделируемых матриц костно-пластических материалов.

Библиографический список

1. Кузнецова В.С., Васильева А.В., Григорьев Т.Е., Загоскин Ю.Д., Чвалун С.Н., Бухарова Т.Б., Гольдштейн Д.В., Кулаков А.А. Перспективы использования гидрогелей в качестве основы для отверждаемых костно-пластических материалов // *Стоматология*. 2017. № 6. С. 68–74.

УДК 504.423

РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПХГ В КАЛИНИНГРАДЕ

Цой Е.В., Епифанов А.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна Высшая школа технологии и энергетики
e-mail: elizatsoy@gmail.com*

CALCULATION OF NORMALLY ALLOWABLE DISCHARGE DURING CONSTRUCTION OF UGS FACILITIES IN KALININGRAD

Tsoy E.V., Epifanov A.V.

*Saint Petersburg state university of industrial technologies and design High School of
technology and engineering*

Объектом исследования является строительство подземного хранилища газа (ПХГ) в Зеленоградском районе Калининградской области пос. Романово и пос. Куликово.

Целью данной работы является оценка негативного воздействия от сброса рассола в Балтийское море при строительстве ПХГ в Калининграде.

Для реализации данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- Рассчитать нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ в Балтийское море;
- Обработать полученные результаты исследования;

В состав объектов Калининградского ПХГ входят водозабор, коффердам, рассеивающий выпуск рассола, а также объединенная насосная станция [1]. На рис. 1 представлен состав объектов Калининградского ПХГ.

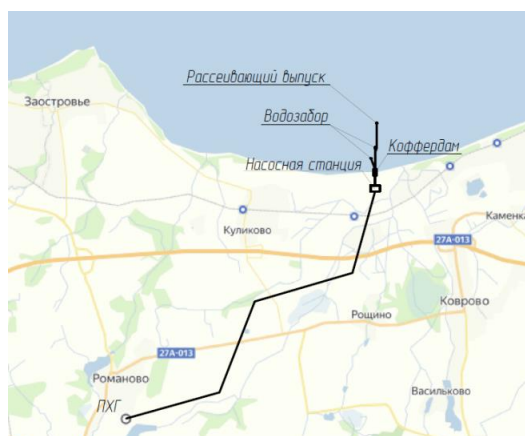


Рис.1 - Состав объектов Калининградского ПХГ

Калининградское ПХГ расположено в отложениях каменной соли. При строительстве ПХГ в отложениях каменной соли в подходящем по высоте пласте соли бурятся скважины, через которые в соляные пласты подается морская вода из Балтийского моря, предназначенная для вымывания полости необходимого объема [1].

Строительные работы в акваториях Балтийского моря приводят к большому количеству различных видов негативных воздействий. В статье было рассмотрено следующее негативное влияние:

- сброс соляного рассола в морскую среду.

Расчет негативного воздействия

Расчет нормативов допустимых сбросов (НДС) был проведен по методике [2].

Исходные данные для расчета:

Фактический расход сточных вод ($\text{м}^3/\text{час}$): 2870,0

Утвержденный расход сточных вод ($\text{м}^3/\text{час}$): 2870,0

Сброс сточных вод осуществляется через рассеивающий водовыпуск, имеющий 10 оголовок (расстояние между оголовками 10 м); расчетный расход – 0,797 $\text{м}^3/\text{с}$; скорость истечения сточных вод – 4,2 м/с; средний диаметр выпускного отверстия – 0,2 м; расстояние от места выпуска до берега – 1510,4 м; расстояние выпускного отверстия до поверхности водного объекта – 2,9 м; плотность сточной воды в месте сброса – 1,07 $\text{т}/\text{м}^3$; угол истечения сточных вод относительно горизонта - 45°; расстояние от места выпуска до контрольного створа водопользования – 500 м.

Расчет НДС был проведен по следующим веществам: взвешенные вещества, бром, железо общее, калий, кальций и натрий. Исходные данные по фактическому составу рассола были взяты из [3-4].

Результаты расчета НДС представлены в табл. 1.

Результаты расчета НДС

№	Вещество	$C_{\text{факт}}$	$C_{\text{фон}}$	$C_{\text{пдж}}$	$C_{\text{фон}}/C_{\text{пдж}}$	$C_{\text{кс}}/C_{\text{пдж}}$	$C_{\text{НДСрасч}}$	$C_{\text{НДС}}$	НДС (т/год)	$C_{\text{факт}}/C_{\text{НДС}}$
мг/л										
1	Взвешенные вещества	7,28	9,2	10	0,973	0,971	31,23	7,28	183	1
2	Бром	9,49	12	12	1	0,99	12	9,49	238,59	1
3	Железо общее	2,51	0	0,05	0	0,57	4,4058	2,51	63,1	1
4	Калий	331,7	390	390	0,09	0,10	390	331,7	83339,3	1
5	Кальций	230,8	120	610	0,19	0,19	443296,84	230,8	5802,59	1
7	Натрий	30090,5	1832,5	7100	0,26	0,3	465983,53	30090,5	756511,3	1

где $C_{\text{НДСрасч}}$ – расчетная (предельно-допустимая) концентрация вещества в сточных водах, мг/л;

$C_{\text{НДС}}$ – концентрация, которая была принята для установления НДС, мг/л. Данная концентрация была принята наименьшим значениям между $C_{\text{НДСрасч}}$ и $C_{\text{факт}}$.

На основе соотношения $C_{\text{факт}}/C_{\text{НДС}}$ можно сделать вывод что фактические концентрации на сбросе сточных вод не превышают допустимых значений по всем загрязняющим веществам, следовательно, в качестве допустимых концентраций загрязняющих веществ принимаются фактические значения. Из этого можно сделать вывод, что мероприятия по очистке рассола не требуются.

Библиографический список

1. Калининградское подземное хранилище газа в отложениях каменной соли [Электронный ресурс] URL: <https://invest.gazprom.ru/about/projects/kstorage> (дата обращения: 23.01.2020).
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 17 декабря 2007 г. N 333 "Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей".
3. Ксензенко В. И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, йода и их соединений. - Москва: 1979. – 365 с.
4. «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» / утв. Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года №552.

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОГО
МАТЕРИАЛА НА ЕГО ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Чикишев И.В., Марченко Р.А.

*Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.
Ф. Решетнева*

e-mail: marchenkora@sibsau.ru

**INFLUENCE OF FIBER MATERIAL PROCESSING METHODS ON
ITS BASIC PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS**

Chikishev I.V., Marchenko R.A.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

Безножевая обработка волокнистых растительных полуфабрикатов, в отличие от ножевого размола, имеет серьезные значительные отличия, как по способу воздействия на волокно, так и по ряду технологических и экономических показателей [1].

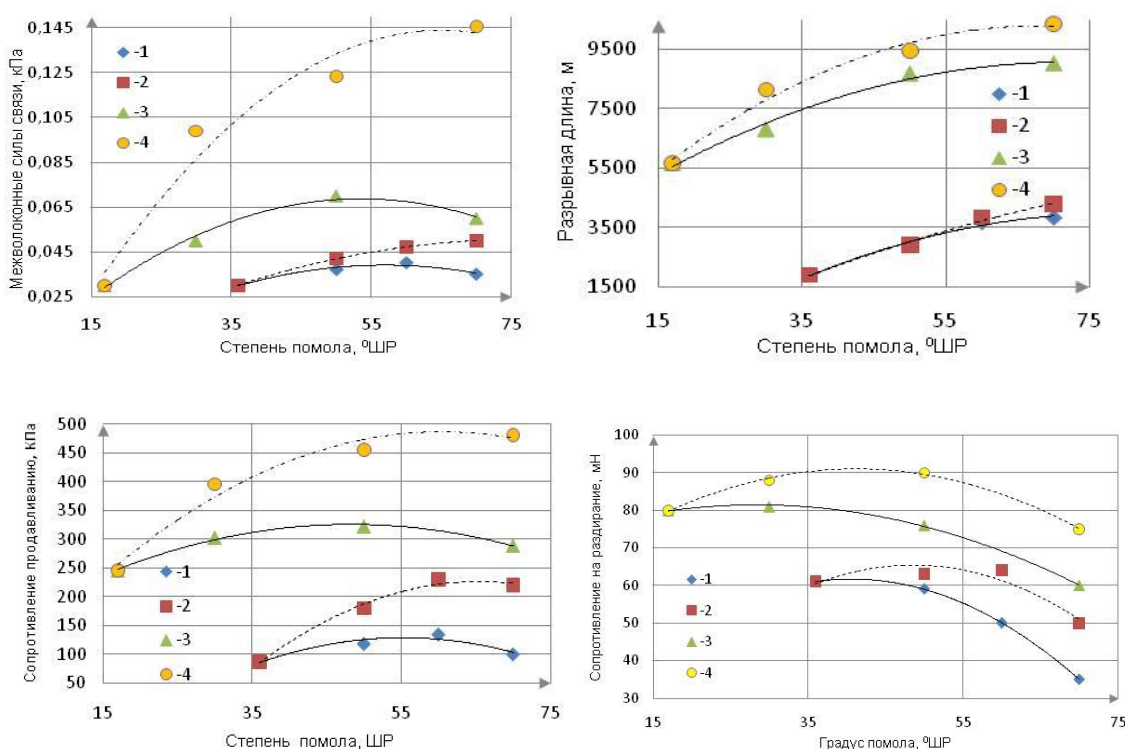
В процессе обработки на механическую прочность бумаги оказывают влияние факторы, действующие в противоположных направлениях. В начале процесса преобладает действие положительных факторов (рост гибкости волокон вследствие набухания, увеличение сил связи между волокнами), что сказывается на увеличении основных показателей механической прочности.

Но на некотором этапе процесса размола сильно возрастает влияние отрицательного фактора (в частности укорочение волокон, что особенно негативно для волокон вторичного волокнистого материала). Произошедшие изменения длины волокон вызывают качественные изменения в развитии основных показателей механической прочности, которые под преобладающим влиянием этого фактора начинают снижаться.

В связи с этим нами была поставлена задача, исследовать влияние способа размола на эффективность разработки волокнистого материала. При безножевом способе размола использовали установку «струя-преграда», а ножевом – полупромышленную дисковую мельницу [2].

Для проведения сравнительного анализа различных способов обработки

волоконного материала на рисунке 1 представлены результаты исследований зависимости основных физико-механических характеристик готовой продукции.



- 1 - размол вторичного волоконного материала в ножевой установке;
- 2 - размол вторичного волоконного материала в безножевой установке;
- 3 - размол первичного волоконного материала в ножевой установке;
- 4 - размол первичного волоконного материала в безножевой установке.

Рис. 1 - Зависимость основных физико-механических характеристик

Как видно из рисунка 1 качественные зависимости изменения значения физико – механических показателей имеют похожий характер. Что касается количественных зависимостей, то здесь видно, что вид обрабатываемой массы оказывает существенное влияние на их значения. Так, например, при обработке волоконного материала в безножевой установке значения таких физико – механических характеристик готовых отливок как: межволоконные силы связи, разрывная длина, сопротивление продавливанию, сопротивление раздиранию являются значительно выше, чем при обработке в ножевой установке. Это связано с тем, что физико-механические показатели готовых отливок в основном зависят от пластичности, прочности отдельных волокон,

а также от длины размалываемых волокон, внешней удельной поверхности и от сил связи между ними, а перечисленные бумагообразующие показатели выше при обработке волокнистого материала в безножевой установке [3].

Таким образом качественные показатели процесса размола при безножевом способе размола более высокие по сравнению с размолом ножевым способом. Так как в ножевых размалывающих машинах волокна подвергаются сильному рубящему воздействию без значительного фибриллирования, что в конечном итоге приводит к снижению прочностных показателей готовой продукции.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (FEFE-2020-0016).

Библиографический список

1. Марченко Р.А. Интенсификация безножевого размола волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве: дис. ... к-та техн. наук. Красноярск, 2016. –161 с.

2. Марченко Р. А., Шуркина В. И., Алашкевич Ю. Д. Особенности конструктивных элементов безножевой установки при обработке волокнистых материалов // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИД САФУ, 2017. – С. 343 – 348.

3. Марченко Р.А., Шуркина В.И. Безножевая обработка волокнистых растительных полуфабрикатов // Решетневские чтения: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (11–15 нояб. 2019, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2019. Ч. 2. – С. 100 – 102.

СИНТЕЗ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА С РЕГУЛИРУЕМЫМ СОСТАВОМ, СТРУКТУРОЙ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ МОНОМЕРНЫХ ЗВЕНЬЕВ В ЦЕПИ

Шаова А.А., Гервальд А.Ю., Томс Р.В., Балашов М.С.
МИРЭА Российский Технологический Университет Институт Тонких Химических Технологий им. М.В. Ломоносова
e-mail: bestiamalum@yandex.ru

SYNTHESIS OF ACRYLONITRIL COPOLYMERS WITH REGULATED COMPOSITION, STRUCTURE AND DISTRIBUTION OF MONOMERIC LINKS IN CHAIN

Shaova A.A., Gervald A.Y., Toms R.V., Balashov M.S.
MIREA Russian Technological University Institute of Fine Chemical Technologies named after M.V. Lomonosov

В современном мире к конструкционным материалам предъявляются все более жесткие требования, что оправдано наличием большого числа технологий, позволяющих модернизировать и совершенствовать существующие, а также создавать новые материалы. Особый интерес, в связи с этим, вызывают методы создания углеродных волокон композитов на их основе.

Углеродное волокно (УВ) образовано тонкими нитями, диаметром порядка 5-15 нм, состоящими преимущественно из атомов углерода, которые объединяются в микроскопические кристаллы и ориентируются параллельно друг другу. Подобная структура обуславливает большую прочность волокна при растяжении. Кроме того, УВ обладают низким температурным коэффициентом линейного расширения, малым весом при большой удельной поверхности, высокой силой натяжения и химической инертностью [1].

Углеродное волокно получают термической обработкой искусственных или природных волокон-прекурсоров. В качестве синтетических прекурсоров часто используется полиакрилонитрил и его сополимеры. Применение этих сополимеров позволяет получать УВ с модулем упругости до 800 ГПа и пределом прочности до 3 ГПа. Введение акриловой кислоты в состав сополимера обеспечивает снижение температуры и расширение температурного диапазона химических превращений полимера при

термоокислительной стабилизации, что предотвращает возникновение локальных перегревов и структурных дефектов в материале. Однако, на свойства конечного продукта напрямую влияет не только состав, но и структура сополимера-прекурсора [2].

Цель настоящего исследования: разработка методики, позволяющей получать структурно и композиционно однородный сополимер с высокой молекулярной массой и узким молекулярно-массовым распределением (ММР), пригодный для получения качественных углеродных волокон [3].

Высокая молекулярная масса и узкое ММР обеспечивается применением методики контролируемой радикальной полимеризации с обратимой передачей цепи (ОПЦ). Механизм обратимой передачи цепи подразумевает введение в реакционную систему дополнительного компонента – ОПЦ-агента, который способен связываться с растущими цепями, вызывая их обратимую деактивацию. В целом это позволяет замедлить стадию роста полимерной цепи и приводит к выравниванию отдельных полимерных цепей по длине и составу мономерных звеньев [4], что положительно сказывается на молекулярно-массовых характеристиках полимера.

Однако, при всех достоинствах контролируемой полимеризации, она не способна решить вопрос композиционной и структурной однородности сополимера. В результате процесса, протекающего по механизму обратимой передачи цепи, образуется статистический сополимер [5]. Для преодоления данного препятствия нами была разработана методика, позволяющая влиять на однородность получаемого сополимера, регулируя режим введения одного из сомономеров.

Разработанная методика представляет собой комбинацию контролируемой радикальной полимеризации и непрерывным введением в реакционную систему более активного сомономера (акриловой кислоты) по мере исчерпания. Для непрерывного введения мономера использовался шприцевой насос с автоматической регулировкой скорости подачи жидкости. Такой способ проведения синтеза имел целью предотвращение блочной

полимеризации с преимущественным вхождением в полимерную цепь акриловой кислоты при малых степенях конверсии.

Полученный сополимер акрилонитрила и акриловой кислоты исследовали методами ИК-Фурье-спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и гель-проникающей хроматографии. Продукт представляет собой узкодисперсный сополимер акрилонитрила и акриловой кислоты ($M_w/M_n = 1,4 - 1,8$), с молекулярной массой до 100 кДа, что является следствием применения контролируемой радикальной полимеризации по механизму обратимой передачи цепи. Кроме того, при помощи метода ИК-спектроскопии на основании калибровочных зависимостей удалось установить качественный и количественный состав сополимера по отношению интенсивностей полос поглощения, соответствующих нитрильным и карбоксильным группам. В качестве стандартов использовали смеси гомополимеров полиакрилонитрила и полиакриловой кислоты с разным соотношением компонентов. Отношение частот поглощения функциональных групп при разных степенях конверсии оставалось практически неизменным, что свидетельствует о равномерном распределении звеньев акриловой кислоты по длиннеполимерной цепи.

Использование разработанной методики позволило достичь всех параметров, важных для прекурсора высококачественного углеродного волокна: узкого ММР при высокой молекулярной массе, структурной и композиционной однородности получаемого сополимера.

Библиографический список

1. Углеродные волокна и углекомпозицы: Пер. с англ. [Текст] / Под ред. Э. Фитцера – М.: Мир. 1988. 336 с.
2. Пакшвер Э.А. Карбоцепные синтетические волокна [Текст] / Э.А. Пакшвер, К.Е. Перепелкин – М.: Химия, 1973. 589 с.
3. Устинова Т.П. ПАН-волокна: технология, свойства, области применения [Текст]: конспект лекций по курсу "Химия и технология хим. волокон" для спец. 2506 (специализация 2506.04) / Т.П. Устинова, Н.Л. Зайцева – Саратов: СГТУ, 1993. 34с.: ил.
4. Черникова Е.В. Псевдоживая радикальная гомо- и сополимеризация по механизму обратимой передачи цепи. [Текст] / Дис. ... д-ра. хим. наук: 02.00.06 / Е.В. Черникова – М.: МГУ, 2010 – 325 с.
5. Matyjaszewski K. Handbook of Radical Polymerization [Text] / K. Matyjaszewski, T.P. Davis – New-York: John Wiley and Sons, Inc., 2002. 935p.

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛИСТВЕННОГО СУЛЬФАТНОГО МЫЛА

Шеломенцев В.В., Ведерников Д.Н.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.

Кирова

e-mail:shielomintsiev@gmail.com

EXTRACTING OF NEUTRAL SUBSTANCES OF HARDWOOD SULPHATE SOAP

Shelomentsev V.V., Vedernikov D.N.

Saint-Petersburg state forest technical university

Сульфатное мыло является побочным продуктом целлюлозно-бумажных комбинатов. В его состав входят соли жирных и смоляных кислот, окисленные и неомыляемые (нейтральные) вещества (НВ), лигнин, минеральные и другие соединения. В последнее время, существует тенденция активного вовлечения в процесс получения целлюлозы лиственной древесины, в особенности березовой, из-за доступности сырья. В виду этого, на производстве появляется новый вид отхода – лиственное сульфатное мыло. Из лиственного сульфатного мыла получают сырое талловое масло, но в подавляющем большинстве случаев масло не перерабатывают на талловые продукты, а сжигают, так как спирты в составе НВ вступают в реакцию с жирными кислотами при дистилляции, что приводит к образованию малоценного продукта - таллового пека [1]. Удаление НВ из сульфатного мыла способствовало бы получению новых ценных биологически активных веществ – стеринов и пролипренолов [2], а также позволило бы получать талловые жирные кислоты при дистилляции. Недавно действующее предприятие, где использовались такие растворители, как гексан и ацетон, закрылось из-за нерентабельности. Использование в качестве экстрагентов углеводов приводит к низкому выходу продуктов [2]. Использование же других растворителей часто приводит к образованию стойких эмульсий, особенно при большом содержании солей жирных кислот в сульфатном мыле. Целью

работы являлось найти способ выделения НВ из листовного сульфатного мыла с использованием эфира и предложить способы разделения НВ.

Сырьем служило сульфатное мыло Архангельского ЦБК. Анализ продуктов производили методом хромато-масс-спектрометрии. Количественное соотношение соединений устанавливали методом внутренней нормализации. В составе кислот, образующихся при подкислении мыла, присутствовали: 89% природных жирных кислот, содержащихся в древесине березы, в основном, в виде сложных эфиров, 8% кислот, изомерных линолевой и линоленовой кислотам, предположительно транс – кислот, 3 % смоляных кислот, присутствующих из-за примесей хвойного сульфатного мыла. Гомологический ряд жирных кислот таллового масла начинался с кислот с 14 углеродными атомами, а заканчивался кислотами с 26 атомами углерода. Среди них присутствовали кислоты и с нечетным количеством углеродов. Например, если относительное содержание C16 – кислоты было 9%, то C15 – 0,3%, C26 кислоты – 2,3%, C25 – 2%. Наибольшее содержание имела линолевая кислота – 57%, далее пальмитиновая – 9%, линоленовая – 6%, олеиновая кислота – 3,5%.

Для выделения НВ использовали добавку воды и эфира. Для ускорения разделения эмульсии были испробованы: деэмульгирующие добавки: Na_2SO_3 , CaCl_2 , желатин, казеин, H_2SO_4 , этанол, полиакриламид (ПАА катионный «Экохим», ПАА нейтральный «Акриплекс П-200», ПАА анионный собственного производства); а также изменение температуры отстаивания и воздействие ультразвуком. В результате был разработан метод, позволяющий быстро отстаивать эмульсию. При 3-х кратной экстракции этим методом в течение двух часов выделяется в среднем 21%НВ (от массы сухого сульфатного мыла) (за 1-ю экстракцию – 10%; за 2-ю экстракцию – 8%; за 3-ю – 4%). За первые две экстракции отделяется 81-83% НВ, поэтому целесообразнее использовать только две экстракции.

Для дальнейшей переработки НВ, от экстрактов отгоняли растворитель и проводили очистку НВ от серосодержащих соединений острым водяным

паром. Затем экстракт подсушивали и перекристаллизовывали из гексана. При охлаждении раствора выпадал осадок, состоящий из сквалена, β -ситостерола, стигмастенола, 24-метиленциклоартанола, цитрастadiensола, метилового эфира бетулиновой кислоты и бетулина (42-47% от общей массы кристаллов). В фильтрате были идентифицированы следующие соединения: α -токоферил (витамин Е), сквален, гепта- и окта-пренолы (нонапренолы в условиях анализа нелетучи), β -ситостерол, стигмастанол, стигмастенон, β -амирин, ланостерол, α -амирин, 24-метиленциклоартанол, цитрастadiensон, метиловый эфир бетулиновой кислоты, бетулин.

Для выделения чистых соединений из осадка были испробованы методы кристаллизации из различных растворителей (этанол, гексан, этилацетат, ацетон). Перекристаллизация из ацетона позволила выделить из смеси чистый бетулин.

Для выделения соединений из смеси стеринов и тритерпеноидов фильтрата, провели вакуумную ректификацию, которая позволила выделить чистый сквален (выход 7,2% от общей массы НВ).

Таким образом был разработан метод выделения НВ. Определены потери растворителя, которые составили 5%. Предложены способы разделения НВ.

Библиографический список

1. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков: Учебник для вузов/ Б.Д. Богомолов, С.А. Сапотницкий, О.М. Соколов и др.- М.: Лесная промышленность, 1989.- 360 с.
2. Некрасова, В. Б. Получение и использование биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла: дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.03 : защищена 25.10.06 : утв. 16.02.07 / Некрасова Валерия Борисовна. - СПб., 2006. -555 с. – Библиогр.: с. 316 – 352. - РГБ ОД, 71:07-5/212.

**АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СРЕДЫ, СОЗДАВАЕМОЙ
ЛИНЕЙНЫМ РЯДОМ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ В
УЧЕБНОМ ПОМЕЩЕНИИ УНИВЕРСИТЕТА**

Шиманская М.Н., Булавка Ю.А.
Полоцкий государственный университет
e-mail: m.shimanskaya@psu.by

**THE ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT CREATED
BY A LINEAR SERIES OF PERSONAL COMPUTERS IN CLASSROOM
OF UNIVERSIT**

Shimanskaya M., Bulauka Y.
Polotsk State University

Электромагнитная обстановка в компьютерных классах учреждений образования характеризуется наличием разнообразных источников электромагнитных полей различной интенсивности и достаточно широкого частотного диапазона, к наиболее опасному локальному источнику электромагнитных полей относят видеотерминал (ВДТ) – компьютерный комплекс: дисплеи, системные блоки, источники бесперебойного питания.

Выполнен анализ электромагнитной обстановки, формируемой в учебном помещении белорусского вуза линейными рядами компьютеров, дополнительно проведено исследование уровня освещенности и метеоусловий в помещении. Исследование метеоусловий в помещении производилось с использованием метеометра МЭС-200А установлено, что параметры микроклимата по прошествии одного часа после начала занятия не выходят за пределы регламентированные нормам [1]. Не менее важным нормируемым в учебных заведениях параметром является освещенность в учебных классах. Исследование проводилось при совмещенном освещении (сочетание естественного одностороннего бокового с искусственным общим равномерным), при ориентации светового проема на северо-запад. Несмотря на то, что значение коэффициента естественной освещенности соответствует нормам во всех точках помещения (более 1,5%), освещенность

на высоте рабочей поверхности от 97 до 250 лк, что ниже требуемых 300 люкс [1] и существенно снижает эффективность выполнения зрительных работ.

Общеизвестно, что боковые и задние стенки монитора компьютера и другие комплектующие представляют из себя мощный источник электромагнитных излучений, с различными частотным диапазоном работы [2]. Измерения напряженности электрического поля и плотности магнитного потока магнитного поля проводили с помощью прибора «ВЕ-метр-АТ-002» через полчаса после включения питания компьютера в горизонтальной поверхности на расстояниях 10, 30, 50, 70 и 90 см перед жидкокристаллическими дисплеями, их тыльными поверхностями, с левой и правой боковых поверхностей, а также на расстоянии 100 см посередине спереди между боковыми поверхностями рядом расположенных дисплеев.

Зависимости распределения от расстояния до источника наибольших значений напряженностей электрического поля и плотностей магнитного потока в частотном диапазоне 2-400 кГц, создаваемых линейным рядом компьютеров, расположенных вдоль стен учебного класса вуза приведены на рисунках 1 и 2 соответственно. Анализ характеристики распределения напряженностей электрического поля в частотном диапазоне 2-400 кГц, приведенной на рисунке 2 позволил установить, что несмотря на отсутствие превышения ПДУ (наиболее значение 0,65 В/м в 4 раза ниже допустимых норм) линейный ряд ВДТ проявляет себя как антенная решетка, установлен рост показателей при удалении от источников, вероятно из-за наложения ЭМИ. Аналогичная зависимость прослеживается и при распределении плотности магнитного потока, приведенной на рисунке 2. Превышение норм по данному показателю также отсутствует, максимальное значение 6 нТл ниже ПДУ 4 раза. Максимум ЭМИ приходится на середину линейного ряда компьютеров, а ближе к краям ряда оно спадает.

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ
ВОЛОКНИСТЫМИ СОРБЕНТАМИ ИЗ РАСТВОРОВ С ВЫСОКИМ
СОДЕРЖАНИЕМ CU, NI И FE**

Широкая А.А., Дрогобужская С.В., Новиков А.И.

ФГБУ науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им.

И.В.Тананаева

e-mail: a.shirokaia@ksc.ru

**THE SORPTION EXTRACTION OF PLATINUM GROUP ELEMENTS BY
FIBERS SORBENTS FROM SOLUTIONS WITH A HIGH CONTENT OF
Cu, Ni, Fe.**

Shirokaya A.A., Drogobuzhskaya S.V., Novikov A.I.

*Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials of FRC
KSC RAS*

Значимость элементов платиновой группы (ЭПГ) в современном мире невозможно переоценить. По данным оценочного фонда JohnsonMatthey, внедрение законодательства по выхлопам «ЕВРО 6» способствовало максимальным продажам платины автопроизводителям [1], ввиду чего наряду с потреблением в других областях, дефицит этого металла в 2016 году составил 6,5 т. Максимальный рост цены на рутений наблюдался в 2017 году, а благодаря открытию ученых из Университета Миннесоты в 2018 году этот металл стал четвертым химическим элементом, обладающим уникальными магнитными свойствами при комнатной температуре [2]. Родий – самый дорогостоящий металл платиновой группы, цена которого в конце 2019 года в России превысила 300 тыс. рублей за тройскую унцию [3]. Поскольку спрос на ПМ растет, а запасы невелики, существует потребность в поиске оптимальных технологий для извлечения этих элементов из вторичного сырья, отходов и промпродуктов. Перспективным направлением является сорбционное извлечение, так как этот метод обладает неоспоримыми преимуществами, в числе которых: технологичность, простота исполнения и относительно невысокая стоимость. Среди обилия сорбентов особый интерес вызывают волокна, поскольку, за счет внедрения в их структуру определенных

функциональных групп, можно добиться селективного извлечения целевых компонентов с обеспечением высоких скоростей процесса сорбции [4].

Целью данной работы является изучение сорбционной способности волокнистых материалов на основе полиакрилонитрила – ФИБАН А-5 и ФИБАН АК-22 по отношению к ЭПГ в простых и сложных системах. Наличие функциональных групп в данных волокнах нами были установлены методом ИК-спектроскопии на спектрофотометре Nicolet 6700 (Thermoscientific, Германия) (рис. 1). Волокна ФИБАН устойчивы к агрессивным средам, таким как концентрированные кислоты, и устойчивы при нагревании до 120 °С. Диаметр волокон составляет ~20 мкм.

Модельные эксперименты по изучению процессов сорбции ЭПГ волокнистыми сорбентами ФИБАН проводили из растворов солей: PdCl_2 , $\text{RhCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ru}(\text{OH})\text{Cl}_3$, K_2OsCl_6 , $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Значение pH создавали введением растворов NaCl и HCl и контролировали на pH-метре-иономере Эксперт-001 со стеклянным комбинированным электродом ЭСК-10601/7. Определение концентраций элементов проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ELAN 9000 DRC-e (PerkinElmer, США).

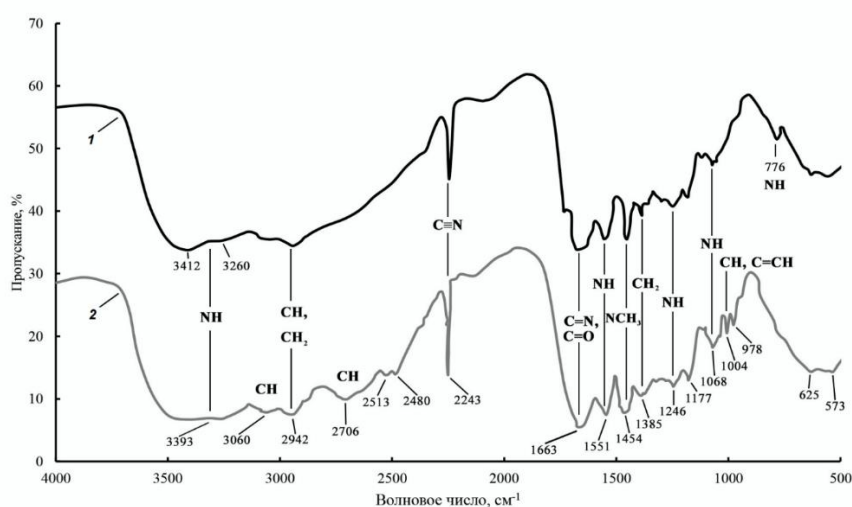


Рис. 1 – ИК-спектры волокнистых сорбентов ФИБАН

Кинетику сорбции изучали на модельных кислых растворах, установлено, что время полусорбции для всех элементов составляет несколько минут. Групповая сорбция элементов платиновой группы также проходит полно, степени извлечения близки к 100%. Анализ литературных данных показал, что в сложных хлоридных системах извлечение может быть затруднено. Результаты исследований равновесий в системах модельный хлоридно-сульфатный раствор ЭПГ – ФИБАН показали, что наличие сульфат-ионов в системе не приводит к значительному снижению показателей сорбции.

Учитывая результаты проведенных экспериментов, исследована сорбция ЭПГ из реальных растворов сложного состава с высоким содержанием матричных элементов ~ 6 мг/дм³ элементов платиновой группы. В табл. 1 приведен состав исследованного раствора, полученного путем выщелачивания пыли горно-металлургического предприятия, а в табл. 2 - рассчитанные степени извлечения ЭПГ.

Таблица 1

Состав раствора выщелачивания пыли горно-металлургического предприятия

Элемент	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ru	Rh	Ir	Os
ед.	г/дм ³				мг/дм ³				
содержание	4,5	2,2	86	4,7	6,5	2,9	0,15	1,9	0,81

Таблица 2

Степени извлечения ЭПГ из раствора выщелачивания пыли горно-металлургического предприятия

Элемент	Ru	Rh	Ir	Os
ед.	R, %			
ФИБАН А-5	78±5	86±6	62±3	73±4
ФИБАН АК-22 (1)	66±4	64±3	59±3	76±5
ФИБАН АК-22 (2)	74±4	72±5	61±3	77±6

Примечание: время контакта фаз – 2 часа, t=20 °С, Т:Ж = 1:100

Таким образом, установлена высокая эффективность полиакрилонитрильных волокон с привитыми амино- и карбоксильными

группами ФИБАН А-5 и ФИБАН АК-22 для сорбционного извлечения ЭПГ из растворов с высоким содержанием матричных элементов, таких как медь, никель и железо.

Библиографический список

1. PGM MarketReportJohnsonMatthey [Электронный ресурс] - Режим доступа <http://www.matthey.com> (дата обращения: 02.09.2019 г.)
2. Ученые обнаружили новый магнитный материал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://worldofmaterials.ru/> (дата обращения: 11.11.2019 г.)
3. Цены – родий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://economicdata.ru/> (дата обращения: 21.12.2019 г.)
4. Lin W., Hsieh Y.-L. Kinetics of metal ion absorption on ionexchange and chelating fibers. *Ind. Eng. Chem. Res.* 1996. V. 10. N 35. P. 3817–3821

УДК 628.316.12

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ

Эрдни-Гаряев С.Э., Дмитриева И.Б.

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
e-mail: sergey.erdny-garyayev@pharminnotech.com*

WASTEWATER TREATMENT OF PHARMACEUTICAL POLLUTANTS

Erdni-Garyayev S.E., Dmitrieva I.B.

Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University

Предыдущее столетие характеризуется огромным ростом производства и применения лекарственных средств, в связи с чем резко возросло содержание биологически-активных веществ в бытовых сточных водах и отходах фармацевтических производств, что привело к ухудшению экологической ситуации во всем мире [1].

Очистка органических сточных вод становится все более важной проблемой устойчивого развития, поскольку она содержит большое количество токсичных органических загрязнителей. Традиционные технологии разделения и преобразования неэффективны при обработке токсичных органических загрязнителей, что побуждает исследователей разрабатывать более эффективные новые технологии [1].

Данное исследование посвящено актуальной теме удаления из воды лекарственных средств.

Исходными веществами для проведения экспериментальных исследований являлись следующие лекарственные препараты: диклофенак натрия, натриевая соль бензилпенициллина, ципрофлоксацина гидрохлорид, атенолол и римантадин. Изучена адсорбция на поверхности активированного угля диклофенака натрия, бензилпенициллина натрия, ципрофлоксацина гидрохлорида, атенолола и римантадина; адсорбция диклофенака натрия на оксиде железа (III); степень очистки воды от атенолола, бензилпенициллина, диклофенака, римантадина и ципрофлоксацина методом обратного осмоса; степень очистки вод от атенолола, диклофенака и ципрофлоксацина методом флотации [2].

Установлено, что сорбционная способность единицы поверхности оксида железа (III) выше, чем у активированного угля, что нивелируется большой удельной поверхностью активированного угля (удельная поверхность активированного угля – 100 м²/г, а оксида железа - 2,8 м²/г). Другой важной достоинством оксида железа является возможность его многократной регенерации.

Изучен комплексный метод очистки сточных вод, основанный на флотационном и сорбционном методах, от атенолола, диклофенака натрия и ципрофлоксацина гидрохлорида. В табл. 1 приведены результаты определения степени очистки воды от лекарственных препаратов флотационным методом. Для сравнения представлены результаты очистки воды сорбционным методом.

Таблица 1

Концентрации препаратов в растворах до и после флотации.

Наименование препарата	Используемый сорбент	Содержание препаратов в исходных растворах, ммоль/л	Содержание препаратов в очищенной воде, ммоль/л	Степень очистки воды, %	
				Флотация + адсорбция	Адсорбция
	Активированный уголь	2,7	1,4	48,70	25
	Fe ₂ O ₃	2,7	2,4	11,62	6
	Fe(OH) ₃	2,7	2,1	23,45	17
Ципрофлоксацин	Активированный уголь	0,3	0,19	36,54	19
Атенолол	Fe(OH) ₃	4,2	2,3	44,7	31

Результаты изучения очистки воды методом флотации показывают более высокую степень очистки воды комплексным методом (флотация с использованием сорбентов) по сравнению адсорбционным методом.

Определена степень очистки сточных вод от атенолола, диклофенака натрия, ципрофлоксацина гидрохлорида, бензилпенициллина натриевой соли и римантадина обратнoосмотическим методом.

В табл. 2 приведены значения степени очистки воды методом обратного осмоса.

Таблица 2

Концентрации препаратов в растворах до прохождения и после прохождения растворов через мембрану.

Наименование препарата	Содержание препаратов в исходных растворах, ммоль/л	Содержание препаратов в очищенной воде, мкмоль/л	Степень очистки воды, %	ПДК, ОДУ мг/л
Диклофенак натрия	0,8	2,65	99,69	0,00001
Ципрофлоксацин гидрохлорид	0,6	0,56	99,91	0,0025
Бензилпенициллина натриевая соль	5,6	8,84	99,84	0,02
Римантадин гидрохлорид	1,9	7,32	99,61	0,125
Атенолол	4,5	1,11	99,98	0,008

Как видно из данных таблицы степень очистки воды от лекарственных препаратов очень высокая, что соответствует для очистки воды от солей и органических соединений методом обратного осмоса.

Выводы

Проведено экспериментальное изучение различных методов очистки воды от загрязнений лекарственными препаратами. Установлено:

- Сорбционная способность оксида железа (III) для ионогенных лекарственных веществ выше, чем активированного угля. Вследствие низкой удельной поверхности оксида железа, требуется значительно больше, чем активированного угля.

- Степень регенерации оксида железа выше, чем активированного угля.

- Анализ результатов очистки воды методом обратного осмоса показал, что для всех изученных систем степень очистки превышала 99 %.

- Изучение различных методов очистки сточных вод показали, что для достижения необходимой чистоты воды, содержащей лекарственных препаратов меньше ПДК, необходимо проводить очистку с использованием комплексных методов.

Библиографический список

1. Эрдни-Гаряев С.Э., Юсупов Р.Д., Пац К.М., Юшина А.Д. Достоинства и недостатки современных методов очистки промышленных сточных вод. // Сборник трудов VI конференции «Молодая фармация — потенциал будущего». Санкт-Петербург, 2016. С. 751-753

2. Дмитриева И.Б., Эрдни-Гаряев С.Э., Чухно А.С., Павлова Е.Ю., Коряковская М.О., Пюрбеева А.А. Адсорбция диклофенака натрия на активированном угле, оксиде и гидроксиде железа(III). Бултеровские сообщения. 2018. Т.53. №3. С.136-141.

**РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЕРХОВОГО
ТОРФА И ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ**

Воропай Л.М.¹, Дурягина Ю.А.¹, Кузнецова О. Б.¹, Юхтарова О.С.¹

¹*Вологодский государственный университет*

e-mail: syuhhtarova@mail.ru

**DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR PRODUCING THERMAL
INSULATION MATERIALS BASED ON TOP PEAT AND FLUORIDE
POLYMERS**

Voropay L.M.¹, Duryagina J.A.¹, Kuznetsova O.B.¹, Yukhtarova O.S.¹

¹*Vologdastateuniversity*

При производстве теплоизоляционных материалов (ТИМ) находят применение торфяные смеси, включающие торф, неорганические добавки и высокомолекулярные органические вещества (полистирол, полипропилен, поливинилацетат, полиэтилен). Известно, что торфяные плиты, которые получают без добавок, не обладают высокой механической прочностью, биостойкостью, и при температурах 180-250 °С склонны к самовозгоранию [1].

Для устранения данных недостатков, рекомендуется к торфу добавлять полимеры, которые увеличивают гидрофобность, механическую прочность, пластичность, стойкость к биоразрушениям, к самовозгоранию. При этом получают образцы ТИМов с улучшенными физико-механическими свойствами: коэффициентом теплопроводности, удельной плотности и призмной механической прочности. Патентный поиск и экспериментальные исследования показывают, что существенным недостатком всех углеродосодержащих высокомолекулярных наполнителей является склонность к деструкции при температурах 250-300 °С, невысокая адгезионная способность к поверхности торфа, что увеличивает неравномерность структуры композита и его склонность к механическим разрушениям.

Для устранения недостатков поставлена цель, подобрать композиционный состав смеси с добавлением к торфу элементоорганических добавок, в состав которых входят кроме атомов углерода кремний и фтор, обеспечивающих увеличение механической прочности композитов после

схватывания, гидрофобности и температуры самовозгорания. К таким полимерам относятся циклические силоксаны, способствующие увеличению биостойкости, морозостойкости, температур плавления и самовозгорания, например, циклотрифторпропилтриметилтрисилоксан.

Для достижения цели решаются задачи: экспериментальным путем подобрать состав ТИМ на основе верхового торфа, взятого из торфяников Вологодской области и органического наполнителя; определить температуру и время структурообразования ТИМ; исследовать полученные образцы на прочность при сжатии, среднюю плотность, коэффициент теплопроводности.

При выполнении эксперимента пользовались современными методами анализа: гравиметрическим, ионнометрическим. Сушку осуществляли в муфельной печи марки СНОЛ-7-2/1100. Коэффициент теплопроводности определяли методом стационарного теплового потока в соответствии с ГОСТ 7076-99.

При получении композита определяли вид, влажность, зольность, содержание органических веществ, значение рН водной вытяжки торфа. Образцы торфа относятся к сфагновому виду, средняя влажность составляет 17,85%, зольность – 4,11%, содержание органических веществ – 95,89%, значение рН водной вытяжки – 5,4. Торф является слаборазложившимся и может выполнять армирующую функцию. Известно, что полимеризация циклического фторсодержащего силоксана протекает в щелочной среде при температуре 150 °С. Для нейтрализации кислой среды рекомендуется добавлять к торфу соду. В отличие от существующих методик исходный торф увлажняют паром и при тщательном перемешивании добавляют соду, воду и водную эмульсию циклотрифторпропилтриметилтрисилоксана, содержание в которой органического компонента составляет 60-65% от общей массы и подвергают тепловой обработке. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость физико-механических свойств ТИМов от состава и температуры обработки композиционной смеси

№ образца	Масса торфа, кг	Масса водной эмульсии, кг	Максимальная температура обработки, °С	Время обработки, час.	Средняя плотность, кг/м ³	Призменная прочность, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С
1	0,5	0,5	110	3	258	1,27	0,072
2	0,5	0,4	110	3	249	1,18	0,062
3	0,5	0,3	110	3	241	1,19	0,058
4	0,5	0,2	110	3	239	1,16	0,054
5	0,5	0,5	200	1,5	249	1,64	0,049
6	0,5	0,4	200	1,5	241	1,65	0,047
7	0,5	0,3	200	1,5	235	1,67	0,039
8	0,5	0,2	200	1,5	234	1,64	0,041

После перемешивания и формования смесь подвергается тепловой обработке при температуре 105-110 °С в течение 1-1,5 часа до полного обезвоживания и далее постепенно повышают температуру до 200 °С, при которой выдерживают образцы в течение 1-1,5 часов. После охлаждения проводят испытания образцов на определение прочности при сжатии, коэффициента теплопроводности, средней плотности.

Результаты исследования свидетельствуют, что при увеличении содержания торфа в композите уменьшается средняя плотность образцов, прочность при сжатии и коэффициент теплопроводности. Оптимальным соотношением между массами торфа и водной эмульсии силоксана является соотношение 5:3, то есть на 5 массовых частей торфа, приходится 3 массовых части водной эмульсии. При этом получаются образцы с более низким значением средней плотности – 235кг/м³ и коэффициента теплопроводности – 0,039 Вт/м·°С и с более высоким значением призменной прочности – 1,67 МПа. Таким образом, ведение циклотрифторпропилтриметилтрисилоксана позволяет получить образцы ТИМов с характеристиками, соответствующим требованиям ГОСТ.

Библиографический список

1. Пат. 2409529 Российская Федерация, МПК С 04 В 28/14. Теплоизоляционный композиционный материал / А.И. Кудяков, Л.А. Аниканова, Л.Н. Пименова [и др.]; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «ТГАСУ». - № 2009122275/03; заявл. 10.06.2009; опубл. 20.01.2011, бюл. №2.

УДК 544.723

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ

Якубова А.А., Арончик Е.Д., Кучук В.И.

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет

e-mail: yakubova.anastasiya@pharminnotech.com

PHYSICAL-CHEMICAL METHODS OF ANALYSIS OF ADSORPTION CHARACTERISTICS OF ENTEROSORBENTS

Yakubova A.A., Aronchik E.D., Kuchuk V.I.

Saint-Petersburg State Chemistry-Pharmaceutical University

Современный фармацевтический рынок препаратов предлагает большое количество лекарственных препаратов. Для многих из них заявлена большая эффективность, чем у конкурентов, что непосредственно влияет и на цену. В качестве объектов исследования была выбрана группа препаратов (БАВ), по данным производителей, обладающих близкими параметрами по применению и эффективности в качестве энтеросорбентов (табл. 1). Задачи работы ограничивались исследованием адсорбционных характеристик, обусловленных свойствами поверхности активных компонентов препаратов, по отношению к модельным адсорбатам (из групп кислот, солей тяжелых металлов, спиртов). Величина адсорбции рассчитывалась на основании определения изменения концентрации адсорбата в растворе; в зависимости от типа адсорбата использованы: метод кислотно-основного титрования (уксусная кислота), изменение электропроводности (соль меди), изменение поверхностного натяжения раствора (н-пентанол). Все эксперименты проводились при комнатной температуре в течение длительного времени (что обусловлено сферой использования сорбентов).

Таблица 1

Характеристики сорбентов.

Сорбент	m табл (мг)	m действ. в-ва(мг)	Наполнитель (мг)	Рекомендации по применению	
				дозы	Показания к применению
Черный уголь Производитель Обновление ПФК, Россия	320	250 (черный уголь)	54 – крахмал картофельный 16-сахароза	4-8 таблеток 3-4 раза в сутки	Интоксикации, Дизентерия, Сальмонеллез, Отравления лп, Ж Т, и др.
Белый уголь Внешторг фарма, Россия	700	210 (SiO ₂) 208 (КМЦ целлюлоза)	157 – декстроза 97- Кроскармеллоза натрия 21 -тальк 7 -Стеарат магния	3-4 таблетки 3-4 раза в день	Интоксикации, Избыток HCl в желудке. Отравления алкалоидами и продуктами распада.
Белый сорбент ООО «Биотерра», Республика Беларусь	700	315(КМЦ целлюлоза) SiO ₂ (аэросил)182	Крахмал картофельный сахар	4 таблетки 4 раза в день	БАД, источник пищевых волокон, интоксикация Отравления

Исследование адсорбции органических кислот на примере уксусной, показало следующие результаты: поскольку по исследованию адсорбции кислот существует методика оценки «активной» поверхности сорбентов, предпринята также попытка рассчитать «активную удельную поверхность», чтобы в дальнейшем также использовать эти данные для сравнительного анализа адсорбционной способности объектов исследования. Из табл.2 видно, что активированный уголь показал наибольшие удельную адсорбцию, константу адсорбции, Суд. Белый уголь адсорбирует большее количество кислоты за счет более высокой «активной» удельной поверхности, чем белый сорбент, однако имеет меньшее средство к данному адсорбату (табл. 1)

Таблица 2

Характеристики адсорбентов по отношению к уксусной кислоте

Сорбент	$\Gamma^*_{пред}$, моль/кг	$K_{адс}$	«Активная» $S_{уд}$, м ² /г **
Активированный уголь	4,35	20	525
Белый уголь	2,32	2,3	280
Белый сорбент	0,97	4.4	117

*учтены только активные компоненты навесок;

$$** S_{уд} = \Gamma_{пр} \cdot S_0 \cdot N_{Ав}$$

Исследование адсорбции ионов тяжелых металлов (раствор CuSO₄) дало следующие результаты: наиболее эффективен черный уголь (рис. 1а), показавший наибольшую адсорбционную способность при контакте с раствором в течение 2 суток (48час). Незначительно уступают аналогичные

характеристики белого сорбента (Рис.1б); самая низкая адсорбционная способность отмечена у белого угля (Рис.1в)

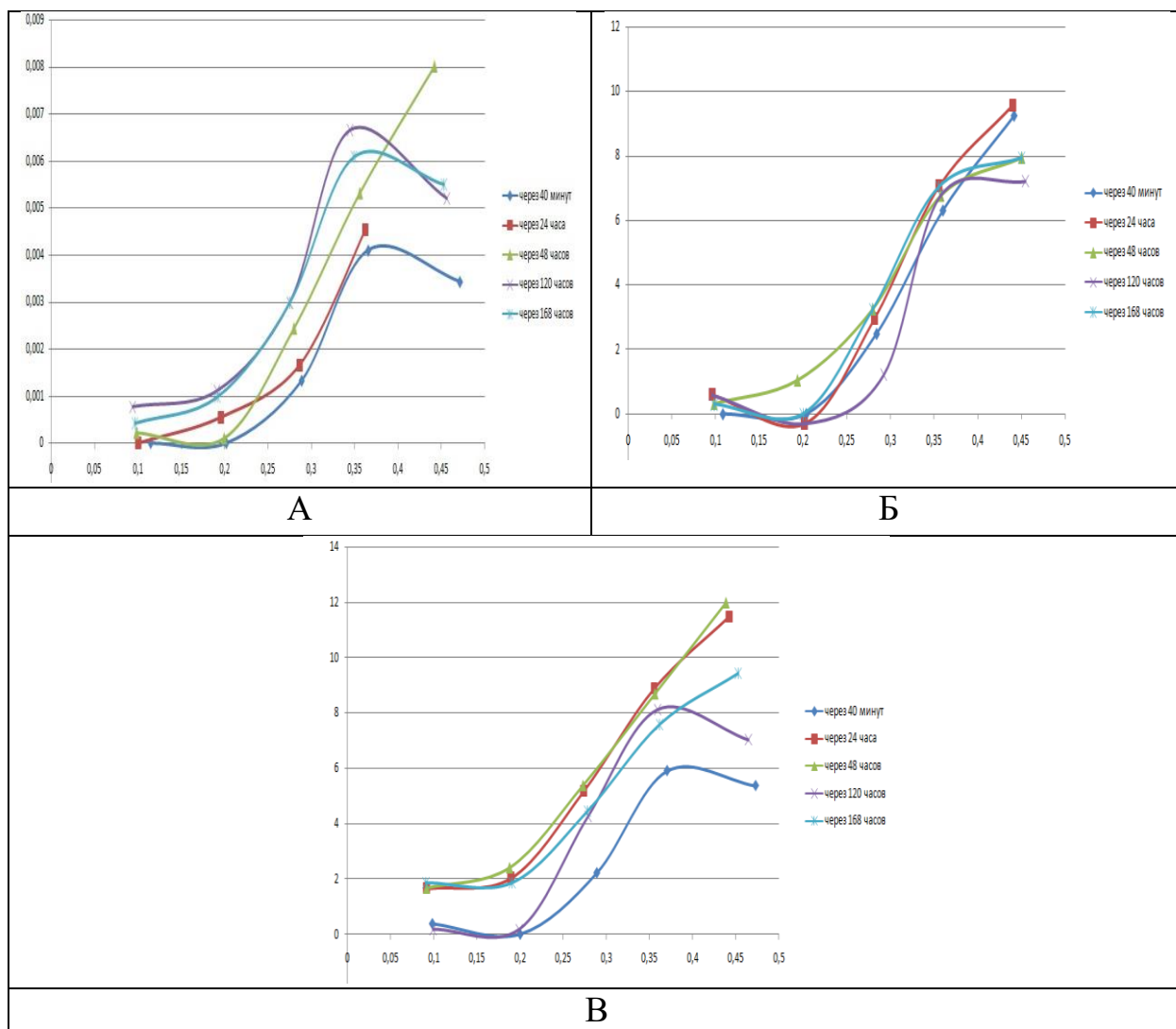


Рис.1 – Изотерма адсорбции меди, полученная на основании измерения удельной электропроводности растворов: а- активированный уголь; б- белый уголь; в белый сорбент

Исследование адсорбции спиртов (н-пентанол) дало следующий результат: отмечена существенная величина удельной адсорбции спирта на активированном угле, остальные сорбенты оказались значительно менее эффективными. (табл. 2)

Таблица 3.

Характеристики сорбентов по отношению к н-пентанолу

Сорбент	С равновесная (Сисх=0,18 моль/л)			Г моль/кг		
	40 минут	48 часов	168 часов (неделя)	40 минут	48 часов	168 часов (неделя)
Черный уголь	0.1260	0.1146	0.1146	10,8	13.08	13.08
Белый уголь	0	0.1260	0.1260	0	6.75	6.75
Белый сорбент	0.1338	0.1260	0.1254	4.62	5.40	5.46

Вывод:

- Наибольшую активность по отношению к исследованным адсорбатам показал активированный уголь.

- При анализе общей адсорбционной активности следует учитывать, что белый уголь и белый сорбент включают в себя значительное количество КМЦ[1], что может существенно повышать их адсорбционную способность к другим видам адсорбатов, например гидрофильной природы

Библиографический список

1. Беляков Н.А., Королькова С.В. Адсорбенты: каталог-справочник. – Санкт-Петербург: Изд-во СПб МАПО, 1997. – 40 с.

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.1)

9-10 апреля 2020 г.

Корректор и техн. редактор В.А. Басова Темплан 2020 г., изд. № 35
Подп. к печати 24.04.2020. Формат А4.
Электронное издание. Объем 19 печ.л.; 19 уч.-изд. л.
Изд. № 35. Цена «С». Заказ

198095 г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д.4