



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Сборник материалов VIII Всероссийской конференции
г. Чебоксары, 16-17 апреля 2020 г.**

*К 60-летию
Публичного
акционерного
общества
«Химпром»*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
ПАО «Химпром»
Чувашское региональное отделение Российского химического общества
им. Д.И. Менделеева

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник материалов VIII Всероссийской конференции
г. Чебоксары, 16-17 апреля 2020 г.

*К 60-летию
Публичного
акционерного
общества
«Химпром»*

Чебоксары
2020

УДК 66–93(082)
ББК Л11я43
А43

Редакционная коллегия:
К.В. Липин (отв. редактор), Л.И. Мухортова

А43 Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: сб. материалов VIII Всерос. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. – 312 с.

ISBN 978-5-7677-3064-3

В сборнике материалов VIII Всероссийской конференции «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды» представлены результаты исследований по пяти направлениям: малоотходные и безотходные технологии, промышленная экология, обращение с отходами, химическая технология органических и неорганических веществ, химико-технологическое и экологическое образование.

Для широкого круга специалистов, занимающихся вопросами защиты окружающей среды и химической технологии, а также студентов, аспирантов и научных сотрудников химических и фармацевтических учреждений и предприятий.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-7677-3064-3

УДК 66–93(082)
ББК Л11я43
© Издательство
Чувашского
университета, 2020

Организационный комитет конференции

Науман С.В. – генеральный директор ПАО «Химпром».

Ефимов Ю.Т. – директор НИЦ – советник генерального директора по науке ПАО «Химпром», к.х.н., доцент кафедры химической технологии и защиты окружающей среды ЧГУ им. И.Н. Ульянова.

Насакин О.Е. – д.х.н., проф., декан химико-фармацевтического факультета ЧГУ им. И.Н. Ульянова, заведующий кафедрой органической и фармацевтической химии.

Лукин П.М. – д.х.н., проф., председатель регионального отделения Российского химического общества им. Д.И. Менделеева

Митрасов Ю.Н. – д.х.н., проф. кафедры биоэкологии и химии ЧГПУ им. И.Я. Яковлева.

Мухортова Л.И. – к.т.н., зав. кафедрой химической технологии и защиты окружающей среды ЧГУ им. И.Н. Ульянова.

Ответственный секретарь

Липин К.В. – к.х.н., доцент кафедры химической технологии и защиты окружающей среды Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова.

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ПАО «ХИМПРОМ»

Ефимов Ю.Т.

ПАО «Химпром», г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101

ПАО «Химпром» – одно из ключевых предприятий химической индустрии страны, чья деятельность сосредоточена на крупнотоннажной химии. В этом году завод празднует солидную дату – 60-летний юбилей.

Более 150 наименований и марок продукции пользуется спросом на внутреннем и международном рынках. Около 20% поставок идет на экспорт в более чем 37 стран мира. 3700 человек трудится на благо компании. Территория предприятия занимает 426 га земли, это более 40 км железнодорожного полотна, это около 100 км заасфальтированных пешеходных и автомобильных дорог, это множество установок, огромная инфраструктура.

Химпром – это богатая история и традиции, уникальная корпоративная культура и ответственность. В далеком 1960 году на необозримом просторе полей с трех вбитых колышков начинался химический гигант. На промышленной площадке начали появляться первые корпуса, строились первые дома будущего города. В 1963 году строительство химкомбината объявили Всесоюзной ударной комсомольской стройкой, куда со всех концов страны начали съезжаться добровольцы. Работа кипела.

Первый на комбинате и первый в Советском Союзе промышленный цех по производству катионных красителей для волокна нитрон был сдан в эксплуатацию в сентябре 1964 года. К концу года открылся цех по производству полупродуктов для красителей.

1971-1980 годы – становление и развитие «Химпрома». Под руководством Леонида Шевницына завод превращался в крупное рентабельное производственное объединение. Открывались новые цеха, повышалось качество продукции. В 1977 году ЧПО им. Ленинского Комсомола награждено орденом Октябрьской Революции. В 1970-1987 годы вводятся в строй новые уникальные производства, в том числе и спецпродукции для «щита Родины».

Под руководством Виктора Кисина началась реструктуризация завода, затем – техническое перевооружение и модернизация действующих производств.

Сегодня экономические показатели ПАО «Химпром» из года в год демонстрируют положительную динамику. Под руководством Сергея Наумана, который занимает пост генерального директора с 2016 года, сформировалась команда единомышленников, благодаря которой

крупнейшее в Чувашии предприятие химической промышленности стремительно развивается, увеличивает линейку продукции и открывает новые рынки сбыта.

В 2018 году дан пуск первому на территории стран СНГ производству гипохлорита кальция. После выхода производства на полную мощность «Химпром» сможет удовлетворять до 70% потребностей внутреннего рынка.

На данный момент на технологической площадке ПАО «Химпром» реализуется проект строительства новейшего производства перекиси водорода по антрахиноновой технологии мощностью 50 000 тонн/год. Это позволит полностью обеспечить страну пероксидом водорода, импорт которой в настоящее время составляет 80%. При строительстве будут использованы современные технологии, новое производство будет соответствовать международным стандартам.

Ведется работа как по обновлению и наращиванию мощности имеющихся установок, так и внедрению совершенно новых производств. В рамках масштабной программы «Реновация» на 2018-2020 годы планируется вложить порядка 2,5 млрд рублей на обновление основного и вспомогательного оборудования, ремонт зданий и сооружений, производственных цехов. Реализация данного проекта позволит повысить эффективность промышленной безопасности, провести модернизацию производства, инфраструктуры, энергетики, логистики и информационного обеспечения.

Вопросы экологии на заводе всегда были и остаются приоритетными. На предприятии действует система экологического менеджмента международного стандарта ISO 14001:2015. Ежегодно на мероприятия по защите окружающей среды направляется более 340 млн рублей.

«Химпром» активно занимается научно-исследовательскими работами в области химии, повышения энергоэффективности и охраны окружающей среды, которые впоследствии применяются на производстве. Предприятие имеет свой научно-исследовательский центр. С 1967 года сотрудничает с химическим, а в последствии с химико-фармацевтическим факультетом ЧГУ им. И.Н. Ульянова, который ежегодно готовит высококвалифицированные и востребованные научные, научно-педагогические и производственные кадры. В разные годы на «Химпроме» трудились и трудятся более 500 выпускников этого факультета.

ПАО «Химпром» - одно из немногих предприятий в Чувашской Республике, обеспечивающее высокий уровень социальных гарантий, направленных на развитие и профессиональный рост, сохранение и укрепление здоровья работников и членов их семей.

СЕКЦИЯ 1
*Малоотходные и безотходные
технологии*

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ КРАСКИ

**Алексеев Н.Э.¹, Тарасов И.С.¹, Хакимова И.И.¹, Зиновьева Е.Г.¹,
Плотников В.В.¹, Ибрагимов М.А.²**

*Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,
г. Чебоксары, Московский пр., 15¹;
Казанский национальный исследовательский технологический
университет, г. Казань, ул. К. Маркса, 68; zinelgen@mail.ru*

Ключевые слова: силикатные краски, жидкое стекло, модификация, экология

Ассортимент лакокрасочных материалов в настоящее время очень разнообразен. На российском и зарубежном рынках присутствует огромное количество красок на основе алкидных, фталевых, уретановых, эпоксиуретановых и других связующих, нашедших применение в различных отраслях промышленности и народного хозяйства.

Особую группу составляют силикатные краски, основой которых является жидкостекольное связующее – водные растворы силикатов щелочных металлов. Жидкое стекло является крупнотоннажным продуктом неорганического синтеза, обладает экологической чистотой производства и применения, негорючестью, нетоксичностью, дешевизной и доступностью исходного сырья, и рядом других ценных свойств [1, 2]. Несмотря на перечисленные достоинства, отвержденные покрытия на жидкостекольном связующем, являются хрупкими и часто растрескиваются при высыхании. Для устранения этого недостатка нами проведена модификация составов на основе жидкого стекла (ЖС). Для работы применяли ЖС с силикатным модулем 3,2 по ГОСТ 13078-81, плотностью 1,37 г/см³ и содержанием сухого остатка 35%. В качестве модификаторов использовали органоминеральные соединения с общим содержанием, не превышающим 30%. Для полученных модифицированных составов были определены однородность, плотность, вязкость и поверхностное натяжение. Установлено, что все составы сохраняют агрегативную устойчивость более 6 мес., а отвержденные при комнатной температуре покрытия имеют глянецовый вид, не растрескиваются и имеют хорошую адгезию к материалу подложки.

1. Корнеев В.И., Данилов В.В. Растворимое и жидкое стекло. Санкт-Петербург: Стройиздат СПб, 1996, 216 с.

2. Воронцова О.А., Сахнова Л.Ю., Везенцев А.И. Поверхностные явления в плёнкообразователе на основе жидкого стекла. Бутлеровские сообщения, 2017, т. 50, № 6, 119-125.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ЩЕЛОЧНО-ХЛОРНЫМ СПОСОБОМ

Ветчинкина Т.Н., Тужилин А.С., Балмаев Б.Г.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, Россия, Москва,
Ленинский пр-т, д. 49; tvetchinkina@yandex.ru*

Ключевые слова: нефелиновый концентрат, необескременные алюминатные растворы, гидроксид алюминия, оксид алюминия, хлорид алюминия

Предложенный щелочно-хлорный способ переработки нефелинового концентрата предусматривает спекание нефелина с известняком по обычной щелочной технологии. Необескременный алюминатный раствор подвергаются карбонизации при 40⁰С с выделением гидроксида алюминия, содержащего 2,0-2,5 масс.% гидроалюмосиликата натрия, который прокаливают при 700⁰С с получением черного глинозема и направляют на хлорирование при 800-900 ⁰С в печь кипящего слоя с добавкой нефтяного кокса. Образующиеся хлориды конденсируются в расплаве солей при 180-200⁰С и после очистки от примесей направляются на электролиз. Преимуществом предлагаемого способа является: сокращение двухстадийного обескременивания, ликвидация подачи белого шлама на передел спекания, снижение материальных потоков ~ на 3%; возможность проведения выщелачивания при более низкой температуре и снижения каустического модуля при выщелачивании от 1,42 до 1,38-1,3 без опасения разложения алюминатного раствора. При хлорировании образуется печной остаток, который направляется на производство алюмокремниевых сплавов. Процесс получения безводного хлорида алюминия протекает при полном использовании хлора, что обеспечивает условия для охраны окружающей среды [1], электролиз его протекает при более низкой температуре -700 ⁰С, выделяющийся при электролизе хлор отсасывается и подается для вторичного использования, алюминий осаждается на катоде. Работа выполнялась по государственному заданию № 075-00947-20-00.

1. Ветчинкина Т. Н. Хлорирование оксида алюминия, полученного при переработке нефелинового концентрата и сравнительная оценка полного цикла производства алюминия / Т. Н. Ветчинкина, Б. Г. Балмаев // Перспективные материалы 2019 № 6 стр. 75- 82.

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА СИНТЕЗА ОКСИДНЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНО-СОЛЕВЫХ СИСТЕМ

Вартанян М.А., Войтович И.И., Горбунова И.Ю., Макаров Н.А.

*Российский химико-технологический университет им. Менделеева,
125047 Россия, г. Москва, Миусская пл., д 9;
mariavartanyan@mail.ru*

Ключевые слова: нанопорошки, золь-гель синтез, ресурсоэффективность.

Создание ресурсоэффективных и безопасных для окружающей среды способов синтеза наноразмерных порошков неорганических соединений является актуальной задачей современного материаловедения. Перспективным для решения этой задачи представляется развитие модифицированного золь-гель метода с использованием полимерно-солевых систем [1].

Цель настоящей работы – изучить влияние вида полимера на процесс фазообразования в полимерно-солевых системах в условиях сушки СВЧ-излучением. В работе рассмотрены: в качестве полимерной составляющей – 10%-ные водные растворы поливинилового спирта (ПВС), Na соли карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) и поливинилпирролидона (ПВП), в качестве солевого компонента – смесь солей-предшественников эвтектического состава в тройной системе $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$ ($t_{\text{эвт}} = 1675 \text{ }^\circ\text{C}$), для приготовления которой использовали только хлориды соответствующих металлов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что СВЧ-излучение не оказывает заметного воздействия на солевую и полимерную компоненту по отдельности, однако при их совмещении происходит резкое изменение химического и фазового состава композиций под действием СВЧ-излучения. Наилучшая сохранность углеводородных цепей и формирование наноразмерных неорганических осадков требуемого фазового состава отмечены в композиции на основе ПВП. С учетом экосовместимости данного полимера и малых энергетических затрат на СВЧ-сушку такой способ может быть рекомендован для практического применения при синтезе оксидных эвтектических составов.

1. Остроушко А.А., Удилов А.Е. Некоторые особенности процессов формирования сложноксидных продуктов методом пиролиза полимерно-солевых композиций // Изв. ВУЗов. Сер. Химия и хим. техн. 2007. Т. 50(10). С. 118-123.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КРЕМНИСТО-ТИТАНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИМАНА МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ

Заблоцкая Ю.В., Садыхов Г.Б., Тужилин А.С.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
(ИМЕТ РАН), г. Москва, Ленинский проспект, 49;
nboxclear@gmail.com*

Ключевые слова: кремнисто-титановые концентраты, автоклавное выщелачивание, искусственный рутил, волластонит.

При непрерывном мировом растущем темпе потребления титана и его соединений запасы богатых и легкообогатимых руд, таких как ильменитовые и рутиловые, быстро истощаются. Поэтому в настоящее время требуется разработка новых эффективных решений, объединяющих современные приоритеты развития – экономические, энергетические и экологические, и необходимость использования минерального сырья все более сложного состава. В России таким нестандартным сырьем могут стать кремнисто-титановые россыпи, которые располагаются в средней и южной части Тимана республики Коми. Южнотиманские россыпи объединены в Ярегское нефтетитановое месторождение и в основном представлены лейкоксеном. На Среднем Тимане выявлено Пижемское месторождение с ильменит-лейкоксеновыми рудами, состоящими из продуктов выветривания ильменита – псевдорутила, лейкоксена, рутила, сидерита и гётита. Общей отличительной особенностью их является высокое содержание кремнезема в концентратах, а также наличие редких (Nb, Ta, Zr) и редкоземельных металлов (Y, Nd, Gd, Sm, Eu).

Для глубокого обескремнивания полученных при предварительном обогащении псевдорутилового и лейкоксенового концентратов в ИМЕТ РАН предложен химический способ переработки - автоклавное выщелачивание концентратов известковым молоком с использованием NaOH в качестве активирующего агента. При этом одновременно с титановым продуктом получают ценный материал – игольчатый волластонит, который благодаря своей структуре является многофункциональным сырьем в областях производства различных материалов (лакокрасочных материалов, высокотемпературной керамики, облицовочных материалов и т.д.).

*Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН
(Рег. номер НИОКТР АААА-А18-118032090120-7).*

БЕЗОТХОДНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АЦЕТАЛЬДЕГИДА ИЗ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ

Лоцман К.А., Родыгин К.С.

Санкт-Петербургский Государственный Университет, 198504, Россия,
Санкт-Петербург, Университетский пр., 26
k.lotsman@spbu.ru

Ключевые слова: ацетальдегид, карбид кальция, винилирование, девинилирование

Ацетальдегид является ключевым реагентом органического синтеза. Его используют в производстве уксусной кислоты, уксусного ангидрида, этилацетата, бутанола, пиридина и других крупнотоннажных органических соединений.

В настоящее время ацетальдегид получают в основном из продуктов переработки нефти – этилена [1] и ацетилен [2] (схема 1). В обоих случаях используются металлические катализаторы и жесткие условия, что делает данные технологии довольно неустойчивыми. Альтернативным источником ацетальдегида в промышленности является этанол [3], который также получают из нефти или брожением определенных культур. Недостатком использования биоэтанола является специфический тип источника углерода и металлические катализаторы.

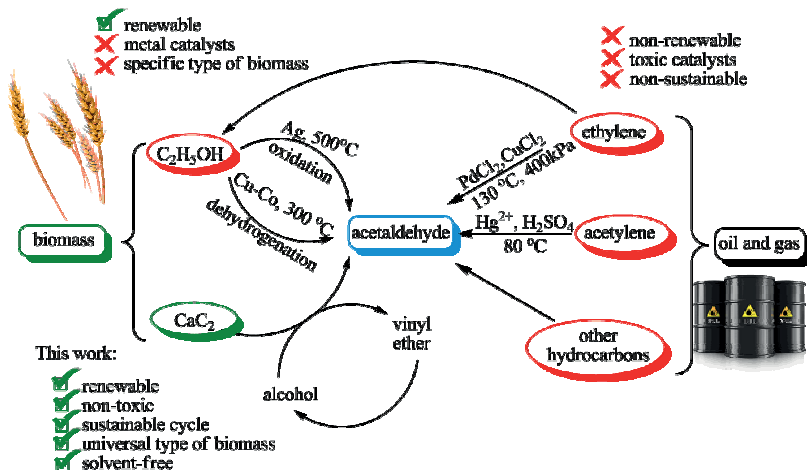


Схема 1. Сравнение предложенного способа получения ацетальдегида с используемыми в настоящее время технологиями

Мы предлагаем схему получения ацетальдегида из возобновляемого и недорогого карбида кальция с помощью последовательности реакций винилирования-девинилирования (схема 2). Преимуществом данного процесса является полная рециркуляция полученных продуктов. Так, синтезированный спирт направляется снова на стадию винилирования, а неорганический осадок после стадии винилирования восстанавливается до исходных реагентов. Стоит отметить, что огромным плюсом является тот факт, что в качестве источника углерода для синтеза карбида кальция можно использовать любое углеродсодержащее сырье, в том числе и разнообразные отходы [4]. В процессе не используются токсичные катализаторы и растворитель, что делает эту схему еще более привлекательной.

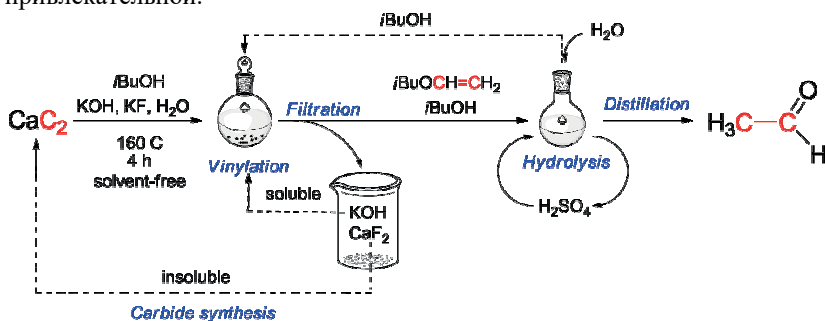


Схема 2. Схема процесса винилирования-девинилирования

В работе оптимизированы условия винилирования спирта карбидом кальция в отсутствие растворителя и гидролиза полученного винилового эфира в слабокислой среде. Наибольшие выходы ацетальдегида в результате последовательности винилирования-девинилирования достигнуты в случае использования *изо*-бутанола. В результате оптимизации удалось достичь выхода ацетальдегида в 97 % с чистотой 99 %.

1. 1. Monflier, E., et al., J. Mol. Catal. A: Chem.1996, 109(1), 27-35.
2. 2. Yee, K.-K., et al., Chem. Commun.2015, 51(54), 10941-10944.
3. 3. Church, J.M. and H.K. Joshi, Ind. Eng. Chem.1951, 43(8), 1804-1811.
4. 4. Rodygin, K.S., Y.A. Vikenteva, and V.P. Ananikov, ChemSusChem2019, 12(8), 1483-1516.

ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ И УДАЛЕНИЯ CO₂ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Масленников Г.Е., Назарова В.В., Рыжков А.Ф.

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул.
Мира, 19; g26m12@gmail.com*

Ключевые слова: CCS, ПГУ-ВЦГ, диоксид углерода, газогидраты

В работе проводится обзор существующих и перспективных технологий улавливания и захоронения CO₂ (CCS) в энергетике. Потенциал данных технологий определяется с точки зрения дальнейшего товарного использования уловленного CO₂. Производителей техногенного углерода в энергетике можно разделить на три группы.

Группа 1 представлена парком действующих коммерческих энергоустановок с, как правило, одностадийным сжиганием в воздухе органического (углеродного, углеводородного) топлива, оснащаемых дополнительно системами Post-combustion CCS – улавливания CO₂ из дымовых газов при давлении ~ 0,1 МПа. Обременение энергоустановок системами Post-combustion CCS с депонированием CO₂ под высоким давлением (10-20 МПа) снижает электрический КПД до 30-36% [1]. Коммерческую целесообразность имеют проекты EOR/EGR по повышению нефтегазотдачи отработанных месторождений [2].

Группа 2 включает новые демонстрационные и коммерческие парогазовые энергоустановки на твердом топливе (IGCC) со встраиваемыми в рассечку системами Pre-combustion CCS для выделения углерода в форме CO₂ из синтез-газов и сжигания обогащенного водородом газа с воздухом (условно Air-fuel) для прямого нагрева рабочего тела газовой турбины.

Схемы с Pre-combustion Air-fuel IGCC подвергаются всестороннему теоретическому анализу, результаты которого подтверждают перспективность технологии и необходимость создания опытно-демонстрационных установок [3]. Однако, достигнутый в этих разработках уровень недостаточен, и действие проектов за исключением EOR/EGR как правило приостанавливалось.

Для повышения эффективности работы технологической части в рамках идеологии Pre-combustion CCS необходим переход к менее затратным технологиям разделения газовой смеси (после шифт-реактора) и утилизации CO₂ при установлении энергосберегающих режимов работы основных элементов технологической схемы. Такой технологией

может стать новый газогидратный метод разделения, теория и практика которого интенсивно разрабатывается в мировом сообществе [4]. В России вопросы образования газовых гидратов успешно занимаются в Лаборатории клатратных соединений ИНХ СО РАН под руководством д.х.н. Манакова А.Ю. [5].

Группа 3 – новейшие Oxy-fuel энергоустановки, непосредственно разрабатываемые для систем CCS. В них от сжигания синтез-газа газа в воздухе (Air-fuel) переходят к сжиганию в кислороде (Oxy-fuel) в смеси с заменяющим азот разбавителем – углекислым газом (O_2/CO_2), водяным паром (O_2/H_2O) или их комбинацией ($O_2/CO_2/ H_2O$). Из-за высокой концентрации CO_2 в дымовых газах не требуется химический растворитель или физический сорбент для отделения CO_2 . Блок улавливания и компрессии CO_2 включает многоступенчатые процессы сжатия и охлаждения, в которых дымовые газы сначала высушиваются, а примеси, такие как кислород, азот и аргон, отделяются от CO_2 . Основными недостатками технологии Oxy-fuel являются высокие затраты энергии для получения O_2 и очень высокие температуры горения в кислородной среде.

В настоящее время научными коллективами УрФУ и ИНХ СО РАН ведется разработка энергоустановки с газогидратной системой с Oxy-fuel турбиной, позволяющей снизить уровень затрат на компрессию CO_2 перед депонированием и утилизацией. В результате эффективность электрогенерации будет повышаться до целевого уровня при близком к традиционному для газотурбинных технологий уровню давления и температур, что будет создавать серьезные конкурентные преимущества проекта перед наиболее известными новейшими Oxy-fuel циклами типа Graz и Allam и сформирует базис для решения глобальной долгосрочной задачи развития генерации на базе органического ископаемого топлива.

1. Pettinau A., Ferrara F., Amorino C., Techno-economic comparison between different technologies for a CCS power generation plant integrated with a sub-bituminous coal mine in Italy// Applied Energy, 2012, 99, 32–39.

2. Adu, E., Zhang, Y., Liu, D. Current Situation of carbon dioxide capture, storage, and Enhanced Oil Recovery in the oil and gas industry // Can. J. Chem. Eng., 2019, 97(5), 1048-1076.

3. Moioli S., Pellegrini L.A., Romano M.C. и др. Pre-combustion CO_2 Removal in IGCC Plant by MDEA Scrubbing: Modifications to the Process Flowsheet for Energy Saving // Energy Procedia, 2017, 114, 2136-2145.

4. He J., Liu Y., Ma Z. и др. A literature research on the performance evaluation of hydrate-based CO_2 capture and separation process // Energy Procedia, 2017, 105, 4090 – 4097.

5. Manakov A.Yu., Ogienko A.G., Kurnosov A.V. Phase diagram and high-pressure boundary of hydrate formation in the carbon dioxide - water system // J Phys Chem B, 2009, 113 (20), 7257-7262.

ПОЛУЧЕНИЕ АКРИЛАТНЫХ ДИСПЕРСИЙ В ОТСУТСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ ЖЁСТКИХ ЭМУЛЬГАТОРОВ И ДИСПЕРГАТОРОВ

Мишунин С.В., Корнеева С.А., Сугако К.А.

«Ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева» (ФГУП «НИИСК»); xloropren@mail.ru

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, биоразлагаемость

Главной экологической проблемой технологий получения каучуков методом эмульсионной полимеризации остаётся применение биологически жёстких поверхностно-активных веществ (ПАВ), в качестве эмульгаторов и диспергаторов, и попадание их в сточные воды.

Степень биоразложения ПАВ – способность молекул подвергаться деструкции (биоассимилироваться) под воздействием микрофлоры, присутствующей в активном или биологических очистных сооружений, в водоемах и почве. Первичная биоразлагаемость ПАВ – стадия процесса биоразложения, приводящая к гидролизу гидрофильной части молекулы. Полная биоразлагаемость – конечная стадия процесса ассимиляции органических веществ микроорганизмами, с использованием вещества в качестве источника роста и жизнедеятельности и выделением в окружающую среду продуктов метаболизма, а также CO₂ и воды [1].

До недавнего времени промышленно применяемым диспергатором в процессах эмульсионной полимеризации являлся диспергатор НФ (лейканол), наличие которого в рецептурах получения латексов (0,3–0,7% масс. на полимер) позволяет обеспечить их устойчивость в процессе синтеза и стабильность дисперсий при термической отгонке. Недостатками лейканола (как и его аналогов) являются токсичность, а также бионеразлагаемость, вследствие которой он не задерживается фильтрами биологических очистных сооружений и попадает в стоки, что недопустимо. Кроме того, лейканол используется в процессах эмульсионной полимеризации в комбинации с промышленными эмульгаторами (ионогенными или неионогенными), которые зачастую также относятся к биологически трудноразлагаемым. К примеру, используемые совместно с лейканолом алкилбензолсульфонаты (или алкилбензолсульфаты) натрия и оксиэтилированные алкилфенолы являются частично бионеразлагаемыми продуктами и в настоящее время запрещены к использованию в Европе в соответствии с действующим Регламентом Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of

Chemicals (REACH) [2]. Известны успешные попытки исключения из рецептур синтеза таких биологически жёстких веществ как лейканол (и его аналоги), но чаще всего эти попытки связаны лишь с переходом на менее экологически опасных ПАВ.

Многие виды эмульсионных каучуков, с требуемым набором свойств, невозможно синтезировать другими методами, например, полимеризацией в массе или в среде растворителя. Это относится и к термопластичным каучукам на основе алкилакрилатов. Кардинальным решением экологической проблемы попадания промышленных ПАВ в сточные воды является исключение традиционных эмульгаторов из рецептуры полимеризации и усовершенствование технологии с переходом на использование, в качестве эмульгатора и диспергатора, полимеризуемого поверхностно-активного вещества. При этом поверхностно-активный мономер (ПАМ) выполняет тройную функцию: 1) как эмульгатор, обеспечивающий формирование эмульсии на стадиях синтеза; 2) как диспергатор, препятствующий сближению и агломерации латексных частиц; 3) в качестве мономера, который, безусловно, влияет на свойства готового продукта. Результаты исследований применения ПАМ в процессах полимеризации карбоксилсодержащих акрилатных каучуков, используемых в составах клеевых композиций, позволяют решить множество технологических проблем без ухудшения свойств продукта. В производственных условиях получены коллоидно-устойчивые монодисперсные карбоксилсодержащие акрилатные дисперсии с прививкой 1,5–2,0% полностью биоразлагаемого анионного ПАМ (аммонийная соль аллилполиалкиленгликолевого эфирсульфата, торговое название Emulsogen APS-100). Полученные дисперсии выдержали длительное хранение (более года), сохраняя устойчивость к агломерации и осаждению. При этом, в составе дисперсий отсутствует свободный, химически не связанный эмульгатор.

Подбор технологических параметров проведения синтеза латексов на основе бутилакрилата с различным содержанием ПАМ и функциональных мономеров, дают возможность получать коллоидно-устойчивые безэмульгаторные дисперсии с высоким содержанием (~50%) сухого вещества. Высокий процент сухого остатка полимерных дисперсий представляет интерес к их дальнейшему практическому применению. С экологической точки зрения процесс получения таких дисперсий наиболее приемлем, поскольку при выделении полимера не образуется сточных вод, содержащих ПАВ; усовершенствованная технология является малоотходной.

1. ГОСТ 32509-2013. Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде.

2. Патент RU 2 622 649 С1 Способ получения латексов, опубл. 19.06.2017.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВУЛКАНИЗАТОВ НА ОСНОВЕ ТРОЙНОЙ СМЕСИ ПОЛИМЕРОВ

Панфилова О.А., Вольфсон С.И., Охотина Н.А., Миннегалиев И.И.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 420015, Россия, г.Казань, ул. Карла Маркса, 68; okhna@mail.ru

Ключевые слова: термопластичный вулканизат, полипропилен, каучуки разной полярности, вторичная переработка

Термопластичные вулканизаты (ТПВ) – уникальный полимерный композиционный материал с особой морфологией, когда в дисперсионной среде термопласта распределены вулканизованные частицы эластомера. В основном известны ТПВ на основе бинарных смесей «эластомер – термопласт», создание более сложных композиций представляет интерес из-за возможности варьирования свойств в зависимости от соотношения компонентов. Нами разработаны ТПВ на основе полипропилена и комбинации неполярного изопренового и полярного бутадие-нитрильного каучуков. Для совмещения разнополярных компонентов использованы компатибилизаторы: маленинизированный полипропилен для увеличения взаимодействия между полипропиленом и эластомерной фазой и сополимер этилена с винилацетатом для более тонкого диспергирования нитрильного каучука в неполярном полиизопрене.

Неоспоримым преимуществом ТПВ является возможность вторичной переработки отходов и отработанных изделий. Нами были проведены исследования, в процессе которых образцы подвергали четырехкратному последовательному экструдированию. Часть образцов экструдировали в нормальных условиях, а часть образцов в начале каждого цикла экструдирования выдерживали в термостате при 120 °С в течение 8 часов (общее время старения 32 часа). Упруго-прочностные свойства ТПВ приведены в таблице 1.

Полученные результаты свидетельствуют, что увеличение времени обработки улучшает прочностные показатели ТПВ, что можно объяснить дополнительной гомогенизацией и упорядочением структуры материала. Это подтверждено методами оптической и растровой электронной микроскопии. Так, анализ поверхности сколов ТПВ показал, что после однократного экструдирования в образце наблюдалось наличие пор (рис. 1 а), а увеличение кратности обработки привело к снижению числа пор, формированию более монолитной структуры и сглаживанию поверхности излома (рис.1 б и в).

Таблица 1 – Влияние многократного экструдирования на свойства ТПВ

Показатели	Количество обработок			
	1	2	3	4
До термообработки				
Условная прочность при растяжении, МПа	10,4	12,0	12,0	12,0
Δ , %	-	+14	+14	+14
Относительное удлинение при разрыве, %	330	450	450	450
Δ , %	-	+27	+27	+27
После термообработки при 120°C				
Условная прочность при растяжении, МПа	10,7	9,1	9,0	8,5
Δ , %	-	-15	-16	-21
Относительное удлинение при разрыве, %	400	370	360	330
Δ , %	-	-8	-10	-18

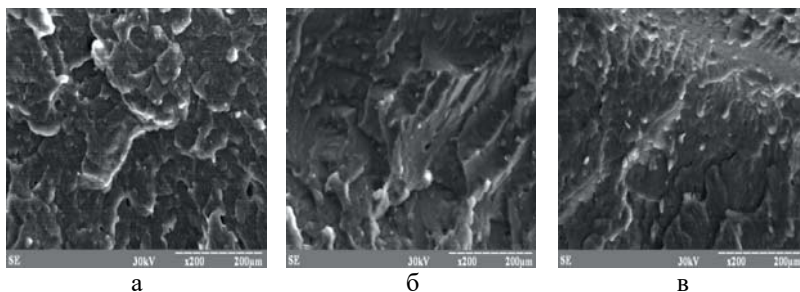


Рисунок 1 – Микрофотографии поверхностей изломов ТПВ, полученных после:

а) – однократной; б) – трехкратной; в) четырехкратной обработки.

Режим съемки: $U_{\text{уск}} = 30 \text{ kV}$, увеличение $200\times$

Из данных таблицы 1 также следует, что разработанный материал сохраняет высокий уровень прочностных свойств после достаточно жестких условий термической обработки. Этому способствуют не только процессы дополнительной гомогенизации и упорядочения структуры материала, но вероятен и вклад поствулканизации, в том числе и за счет 1,2-структур бутадиеновых звеньев полярного компонента эластомерной фазы ТПВ – бутадиен-нитрильного каучука.

1. Панфилова О.А., Вольфсон С.И., Охотина Н.А. и др. Каучук и резина, 2018, 77(2), 84-87.

2. Panfilova O.A., Volfson S.I., Okhotina N.A., et al. International Polymer Science and Technology, 2018, 45 (7), 307-310.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НЕЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ

Пугачёва Т.А., Курбатов В.Г.

*ФГБОУ ВО "Ярославский государственный технический университет",
150023, Россия, г. Ярославль, Московский пр., 88;
kurbatovvg@list.ru*

Ключевые слова: эпоксидные олигомеры, активные разбавители, реологические свойства, ротационная вискозиметрия

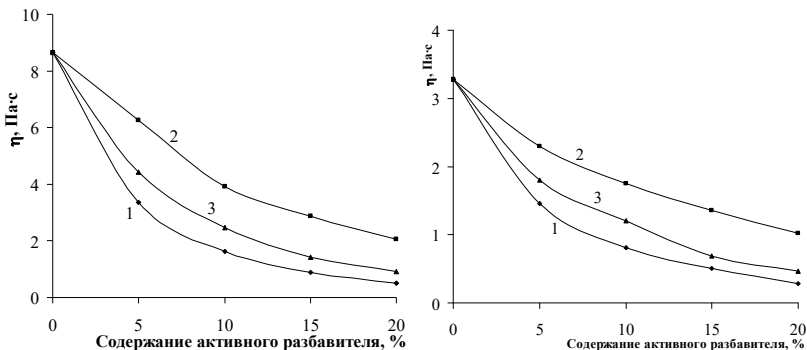
Создание материалов с высоким содержанием нелетучих веществ актуально в настоящее время. Главной причиной этого является ужесточение экологических требований к лакокрасочным материалам по выбросам летучих веществ [1]. Для регулирования реологических свойств таких материалов применяют активные разбавители, структура которых будет влиять на вязкость композиций. Ввиду этого необходимо было изучить влияние структуры активного разбавителя на реологические свойства эпоксидных композиций.

В качестве объектов исследования использовали низкомолекулярные эпоксидные олигомеры на основе 4,4'-дигидроксибензилпропана с эпоксидным числом 23% и на основе 4,4'-дигидроксибензилметана 25,2%. В качестве активных разбавителей были использованы алкилглицидиловый эфир с длиной алкильного фрагмента C₁₂-C₁₄; диглицидиловый эфир дипропиленгликоля, глицидиловый эфир неодакановой кислоты. Содержание активного разбавителя в композиции варьировалось от 0 до 20%. Реологические свойства изучались с помощью ротационной вискозиметрии с системой коаксиальных цилиндров.

Вязкость диглицидилового эфира 4,4'-дигидроксибензилпропана уменьшается примерно в 4 раза при введении алкилглицидилового эфира с длиной алкильного фрагмента C₁₂-C₁₄ до 10 %. Дальнейшее увеличение содержания Erosig 7106 не оказывает существенного влияния на вязкость композиции (рис. 1а). Использование диглицидилового эфира дипропиленгликоля приводит к значительно меньшему снижению вязкости системы. При этом наибольшее снижение также наблюдается при содержании активного разбавителя 10%. Для получения соизмеримой вязкости композиций при использовании диглицидилового эфира дипропиленгликоля требуется приблизительно в 3 раза больше, чем алкилглицидиловый эфир с длиной алкильного фрагмента C₁₂-C₁₄. Введение глицидилового эфира неодакановой кислоты приводит к

снижению вязкости композиций до уровня соизмеримого с системами, содержащими алкилглицидилового эфира с длиной алкильного фрагмента C_{12} - C_{14} .

Для эпоксидного олигомера на основе 4,4'-дигидроксибензилметана наблюдаются аналогичные закономерности (рис. 1б). Наибольшее снижение вязкости композиции достигается при использовании в качестве активного разбавителя алкилглицидилового эфира с длиной алкильного фрагмента C_{12} - C_{14} . Однако обращает на себя внимание более низкая начальная вязкость самого олигомера на основе диглицидилового эфира 4,4'-дигидроксибензилметана по сравнению с олигомером на основе 4,4'-дигидроксибензилпропана.



а б

Активный разбавитель: 1 – алкилглицидиловый эфир с длиной алкильного фрагмента C_{12} - C_{14} ; 2 – диглицидиловый эфир дипропиленгликоля; 3 – глицидиловый эфир неодакановой кислоты.

Рис. 1 – Зависимость вязкости диглицидилового эфира 4,4'-дигидроксибензилпропана (а) и 4,4'-дигидроксибензилметана (б) от содержания различных активных разбавителей

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Соглашение № 05.607.21.0316, уникальный идентификатор соглашения RFMEF160719X0316).

1. Manea M. High solid binders. : Hannover, Vincentz Network, 2008. 239 p.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА

Солоха А.А.¹, Умаралиева Т.Р.¹, Соколова И.В.¹, Селянина С.Б.²

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский
государственный университет», Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36;
²ФГБУН ФИЦКИА РАН, Россия, г. Архангельск, набережная Северной
Двины, 23;
kudlatskayaaa@mail.ru

Ключевые слова: гуминовые кислоты, УФ-спектроскопия, флуоресценция

Гуминовые вещества считаются супрамолекулярными системами молекулами переменного состава и нерегулярного строения [1]. Благодаря невероятно сложному строению макромолекул гуминовые вещества способны участвовать в множестве фотохимических реакций, происходящих в системе в процессе облучения.

Электронные спектры поглощения и флуоресценции гуминовых кислот, выделенных из образцов торфа с разной глубиной залегания и степенью высушивания месторождений Архангельской области, регистрировались на спектрофотофлуориметре CM 2203 (фирма «Solar», Беларусь).

Полученные спектры поглощения ГК характеризуются сильным поглощением в области от 240 до 300 нм, что свидетельствует о преобладании ароматических фрагментов в их структуре [2]. Было установлено, что при продолжительном высушивании исходных образцов уменьшалась оптическая плотность спектров поглощения. С увеличением глубины залегания торфа оптическая плотность спектров поглощения, наоборот, возрастала. Интенсивность флуоресценции увеличивалась при более продолжительном высушивании анализируемых образцов.

Результаты были получены при поддержке гранта РФФИ № 18-05-60151.

1. Lehn J.-M. Supramolecular chemistry—scope and perspectives molecules, supermolecules, and molecular devices (Nobel Lecture) // *Angew. Chemie Int. Ed*, 1988, 27(1) 89–112

2. Sokolova I.V., Kudlatskaya A. A., Selyanina S.B., Tchaikovskaya O.N., Mayer G.V. Study of spectral and fluorescent properties of different samples of humic acids // *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 2019, Vol 11322, P. 113220L.

РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ С КОМПЛЕКСНЫМ ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Тужилин А.С., Балмаев Б.Г., Ветчинкина Т.Н.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, Россия, Москва,
Ленинский пр-т, д. 49; dkdm@mail.ru*

Ключевые слова: отходы, стружка, шлак, гидроксидные осадки, глинозем, коагулянт

На предприятиях цветной металлургии и других отраслях промышленности образуются миллионы тонн алюминийсодержащих отходов, которые, в основном, направляются в отвалы, существенно ухудшая экологическую обстановку окружающих районов. К ним относятся алюминиевая стружка, шлаки, образующиеся в процессе плавки вторичного алюминиевого сырья, и гидроксидные осадки, выделяющиеся при травлении алюминиевых изделий. При хранении этих отходов на открытых шламовых полях происходит выщелачивание ионов алюминия, повышенное содержание которых наносит вред здоровью населения. Между тем в них содержатся такие ценные компоненты, как алюминий, оксиды алюминия, кремния, хлориды щелочных металлов и др. Поэтому, актуальной задачей является разработка безотходных технологий утилизации алюминийсодержащих отходов с комплексным извлечением ценных компонентов и ликвидации отвалов. По результатам проведенных исследований были разработаны технологии комплексной переработки стружки, шлака, гидроксидного осадка с получением глинозема, коагулянтов и стройматериалов. Проведена сравнительная технико-экономическая оценка затрат на производства коагулянта из технического гидроксида алюминия и гидроксидного осадка, которая показала эффективность использования последнего [1]. Предлагаемые решения позволят значительно уменьшить количество рассматриваемых алюминийсодержащих отходов, что улучшит экологическую обстановку. Работа выполнена по государственному заданию № 075-00947-20-00.

1. Тужилин А.С., Балмаев Б.Г., Ветчинкина Т.Н. Производство коагулянта из технического гидроксида алюминия и гидроксидного осадка // Сборник материалов пятого междисциплинарного научного форума с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии». Москва. 30 октября-1 ноября 2019 г. Том II. С. 498-503.

ДЕСТРУКЦИЯ ФЕНОЛА В ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ НАНОТРУБОК ДИОКСИДА ТИТАНА

Тхант Зин Пью, Морозов А.Н.

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., д.9, imorozob@gmail.com

Ключевые слова: диоксид титана, фотокатализ, фото-Фентон, фенол

В настоящей работе представлены результаты исследования процесса фотокаталитической деструкции фенола в водной среде в присутствии пероксида водорода на поверхности пространственно упорядоченных пленок из нанотрубок диоксида титана (НТ TiO_2). Пленки TiO_2 были получены анодированием металлического титана и представляли собой высокоорганизованные массивы НТ TiO_2 с внутренним диаметром 115 ± 10 нм, толщиной стенки 10 ± 2 и длиной $17,2 \pm 1,1$ мкм [1].

В ходе проведенного исследования установлено влияние начальной концентрации фенола, рН, продолжительности процесса и концентрации H_2O_2 на степень деструкции фенола на поверхности НТ TiO_2 при энергетической освещенности 99 мВт/см^2 . Показано, применение НТ TiO_2 в качестве фотокатализатора позволяет сократить расход пероксида водорода в 2-5 раз относительно стехиометрического количества, необходимого для полной минерализации фенола. Установлено, что с уменьшением рН процесса наблюдается резкий рост скорости деструкции фенола. Природа данного эффекта в полной мере не изучена, но, известно, что по мере снижения рН происходит увеличение величины адсорбции фенола на поверхности НТ TiO_2 и повышение окислительно-восстановительного потенциала гидроксил-радикалов (HO^\bullet), что улучшает степень деструкции фенола. С помощью газо-жидкостной хроматографии и масс-спектрального анализа показано, что в процессе фотокаталитического окисления фенола наблюдается полная минерализация фенола до CO_2 и H_2O .

Настоящая работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-73-00192).

1. Mikhailichenko A.I., Morozov A.N., Denisenko A.V. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2019. V.53. №4. PP. 632-637.

2. Милютин В.В., Алехина М.Б., Рябчиков Б.Е. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей: учеб. пособие. – М. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. С. 132.

РОЛЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ SmVO_x В БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОПАНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА

**Шахворостова Е.С., Маркова Е.Б.,
Чердниченко А.Г., Рядинский Н.Н.**

*ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», 117198,
Россия, г. Москва, ул. Муклухо-Маклая, д. 6; ekaterinashahvor@gmail.com*

Ключевые слова: переработка ПНГ, переработка пластика, сложные оксиды.

Одна из наиболее актуальных проблем энергетики – утилизация попутного нефтяного газа. Сжигание газа на факеле вызывает локальное изменение климата, ослабление инсоляции, увеличение концентрации углекислого газа, что приводит к глобальному потеплению и таянию арктических льдов [1]. До недавнего времени ПНГ считался побочным продуктом нефтяной добычи, сжигание на факелах является самым дешевым методом его утилизации, однако газовая переработка является более экономически выгодной в долгосрочной перспективе. Следовательно, стоит необходимость в разработке инновационных безотходных технологий переработки ПНГ.

В ряде исследований было показано, что соединения с анионами, содержащими ванадий, способны катализировать процессы дегидрирования легких углеводородов. Известно также, что редкоземельные элементы являются компонентами катализаторов дегидрирования и способны увеличить срок их службы. Таким образом, создание каталитических систем, содержащих ванадий и РЗЭ, является весьма перспективным. Следует отметить, что ванадат РЗЭ имеет структуру циркона [2], а ванадит РЗЭ перовскитную структуру [2]. Эти типы структур обладают высокой термостабильностью, а перовскитоподобные структуры кислородной проводимостью. Ванадат самария SmVO_3 получен из SmVO_4 путём высокотемпературного восстановления. Параметры пористой структуры образцов определяли из изотерм адсорбции паров азота при температуре 77К, измеренных на автоматической высоковакуумной установке ASAP 2020-Micromeritics Mг (USA) в диапазоне относительных давлений паров от 0,001 до 0,98. SmVO_3 и SmVO_4 , полученные твердофазным синтезом, имеют низкую удельную поверхность около $3 \text{ м}^2/\text{г}$ и малый объем пор.

Испытания катализаторов проводились в процессах крекинга пропана и полипропилена при температурах 973 и 123 °С с целью получения пропилена и этилена. Изучение процессов крекинга проводили в проточной каталитической установке с U-образным

кварцевым реактором в установившихся условиях при атмосферном давлении в широком температурном диапазоне.

Использование катализаторов во всех случаях повышало селективность по основным продуктам реакции (этилену и пропилену) термокаталитического процесса по сравнению с некаталитическим крекингом. Наиболее интересные результаты были получены при использовании ванадата самария для крекинга полипропилена. Селективность процесса по пропилену составила 65% (табл. 1). Для ванадата самария с аналогичным химическим составом селективность по пропилену составляла 32,0% (табл. 1).

Табл. 1 Результаты крекинга пропана

Катализатор	Т, К	w(C ₂ =), μmol / g × s		w(C ₃ =), μmol / g × s		S(C ₂ =), %		S(C ₃ =), %	
		крекинг	пиролиз	крекинг	пиролиз	крекинг	пиролиз	крекинг	пиролиз
термокрекинг	973	0	0	0	0	0	0	0	0
	1023	0.16	0.014	0	0.020	10	0.2	0	0.5
SmVO ₃	973	0.79	1.19	0.11	1.21	92	30	8	50
	1023	1.23	1.20	0.11	1.33	95	25	5	65
SmVO ₄	973	1.24	1.09	0.90	1.18	58	10	48	28
	1023	1.24	1.10	1.01	1.21	55	15	45	32

В присутствии SmVO₃ и SmVO₄ наблюдалось значительное увеличение конверсии пропана, которая достигает 50% при температуре 923К. Селективность в отношении этилена до 72%. Селективность по пропилену во всем исследуемом интервале температур не превышает 8%. SmVO₃ структура хорошо катализирует процесс крекинга пропана с образованием этилена, дегидрирование в присутствии этого катализатора протекает плохо. В присутствии SmVO₄, наоборот, при 923К селективность по пропилену составляет 9% и достигает 45% при 1023К (табл. 1). Видно, что конверсия пропана составляет 100%, выход целевых продуктов этилена и пропилена максимальный. На каталитическом SmVO₄, который имеет структуру циркона, в равной степени просачивается, как процесс крекинга и дегидрирования пропана. Показано, что SmVO₃ преимущественно катализирует процесс крекинга пропана с образованием метана и этилена и SmVO₄ в равной степени ускоряется как крекинг и дегидрирование пропана.

Таким образом, синтезированные материалы на основе ванадата и ванадата самария могут быть использованы в качестве высокоселективных катализаторов переработки попутного газа и пластиковых отходов, содержащих полипропилен.

[1] П. Кирюшин, А. Книжников, К. Кочи, Т. Пузанова и др. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!». – WWF, 2013.

[2] E. B. Markova, A. S. Lyadov, and V. V. Kurilkin Features of Propane Conversion in the Presence of SmVO₃ and SmVO₄ // Russian Journal of Physical Chemistry A, V. 90, No. 9, 1754–1759

«ЗЕЛЕНЫЙ» СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В МАТРИЦЕ КАРБОКСИМЕТИЛХИТИНА

Широкова Л.Н., Александрова В.А.

*ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени Институт
нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
(ИНХС РАН), 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, 29;
shirokova@ips.ac.ru*

Ключевые слова: карбоксиметилхитин, наночастицы серебра, «зеленый» синтез

Наночастицы серебра характеризуются уникальными физико-химическими свойствами. Так, нанокompозиты с наночастицами серебра проявляют необычные оптические, каталитические и бактерицидные свойства. Одним из перспективных методов получения таких нанокompозитов является синтез наночастиц в растворе полимера. В такой системе полимер в этом случае играет роль как полимерной матрицы, так и стабилизатора. Для синтеза наночастиц используют различные методы. Среди таких методов следует отметить: химическое восстановление, радиационно-химическое и фотохимическое восстановление. В настоящей работе было использовано термическое восстановление ионов серебра в матрице водорастворимого производного хитина 6-О-карбоксиметилхитина (КМХ). Известно, что хитин и его производные характеризуются комплексом свойств, таких как нетоксичность, биodeградируемость, биосовместимость и др. К числу достоинств этих полимеров относится возможность получения на их основе пленок, волокон, гидрогелей и др. Это обуславливает целесообразность их применения для создания экологически безопасных нанокompозитных материалов, проявляющих выраженную бактерицидную активность.

Водорастворимый полимер КМХ в солевой форме синтезировали из хитина ((1→4)-2-ацетиамидо-2-деокси-β-D-глюкан) по методу [1]. В качестве карбоксилирующего агента использовали CH_2ClCOOH , которой обрабатывали предварительно активированный хитин в присутствии избытка NaOH в водно-спиртовой среде при повышенной температуре 72 °C. В результате получали КМХ со среднeмассовой молекулярной массой 7×10^4 и степенью карбоксиметилирования 1.0.

Электронные спектры регистрировали на УФ-ВИД спектрофотометре “Specord M-40” (“Carl Zeiss”, Германия) в кварцевой кювете с длиной оптического пути 1 мм при 20 °C, раствор сравнения – бидистиллированная вода. Микрофотографии получали на электронном микроскопе “Leo ab Omega” (“Carl Zeiss”, Германия).

Термическое восстановление ионов серебра проводили в водном растворе КМХ (0.5 мас. %). Затем добавляли водный раствор AgNO_3 до достижения концентрации 3.5 и 7.0 ммоль/л в растворе КМХ. Содержание свободных ионов серебра в растворе КМХ определяли с использованием Ag-селективного электрода. Полученный раствор, содержащий КМХ и AgNO_3 , подвергали термической обработке на установке с регулируемым термообогревом при постоянном перемешивании и температуре 85 °С в течение 30 мин.

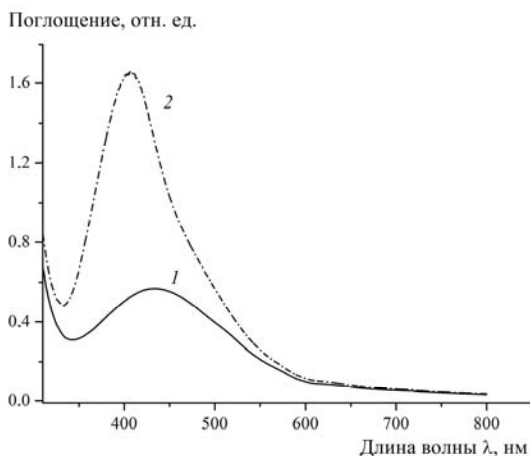


Рис. 1. Электронные спектры, полученные при термическом синтезе наночастиц серебра в матрице КМХ в солевой форме при степени заполнения ионами серебра КМХ 0.2 (1) и 0.4 (2)

На рис. 1 представлены электронные спектры КМХ с наночастицами серебром (с максимумом полосы поглощения 0.60 и 1.65 при длине волны 420-440 нм), полученные на основе КМХ при степенях заполнения 0.2 и 0.4 согласно изотерме связывания [2]. На электронных микрофотографиях этих систем видно, что для КМХ при степенях заполнения 0.2 и 0.4 образуются наночастицы серебра размером 20–30 нм (для степени заполнения 0.2) и 10–15 (для степени заполнения 0.4) сферической формы.

Работа выполнена в рамках Госзадания Института нефтехимического синтеза РАН.

1. Вихорева Г.А., Гладышев Д.Ю., Базт М.Р., Барков В.В., Гальбрайтх Л.С. // Cellulose Chem. Technol. 1992. V. 26. № 6. P. 663.

2. Aleksandrova V.A., Shirokova L.N. // Polym. Sci., Ser. B. 2018. V. 60, № 6, P. 727.

БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТОРФА

Яконовская Т.Б., Жигульская А.И.

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»,
170023, Россия, г. Тверь, наб. А.Никитина, д. 22;
tby81@yandex.ru

Ключевые слова: торф, безотходная переработка, продукция

Торфяные ресурсы широко представлены во всех субъектах РФ. Торф – это комплексное ценное химическое сырье растительного происхождения, используемое во многих отраслях промышленности. Традиционно он используется как дешевый местный вид топлива, хотя известно утверждение В.И. Ленина: «Сжигать торф все равно, что сжигать государственные облигации». Торф активно применяют в сельском хозяйстве в качестве основы для производства широкой ассортиментной линейки органоминеральных и органических удобрений, как в жидком, так и в твердом виде. В зависимости от принятого способа переработки торфа можно получить различную продукцию для разных направлений промышленного использования (рис. 1).

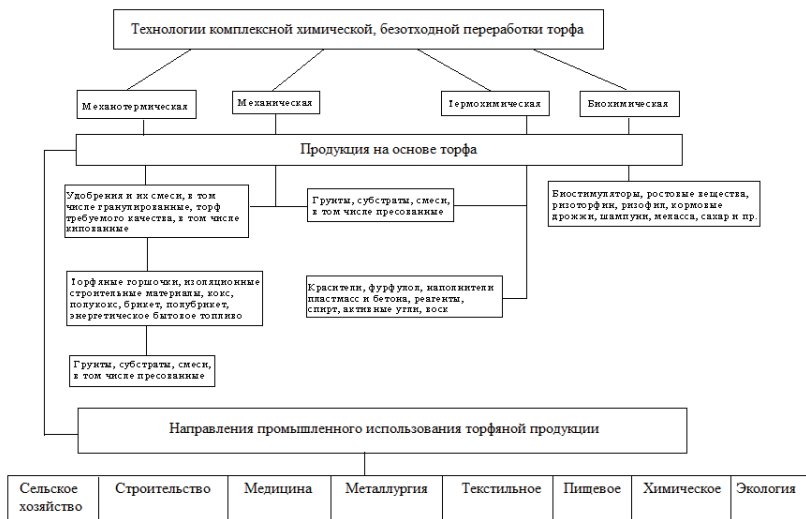


Рис. 1 Безотходные технологии получения продукции на основе торфа.

Торфяные ресурсы находят применение во многих сферах жизни человека. Из торфа производится до 200 видов продукции для многих отраслей промышленности [1, 2]. Следует отметить, что в советский период развития торфяной промышленности химическая и термическая переработка торфа не была значима и лишь 1 % добытого торфяного сырья использовался для химической промышленности. Однако, известно, что из единицы торфа при химической переработке можно получить в 23 раза больше продукции в денежном выражении, чем при топливном использовании. В торфе содержится довольно много органических веществ, углеводных комплексов, битумов, гуминовых веществ, которые относительно легко могут быть выделены из торфа.

При этом, такая продукция используется не только в сельском хозяйстве, но и в строительной промышленности (для производства цемента), нефтяной (для бурения скважин), металлургии (для восстановления стали), в фармацевтике и косметологии. Большое значение имеет получение из торфа активных углей, которые не уступают по сорбционной способности лучшим зарубежным маркам сорбентов, получаемых из скорлупы кокосовых орехов и являются рентабельными. На основе термической переработки торфа, помимо производства активных углей и газогенераторов с последующим получением тепла и электроэнергии для отдалённых посёлков и селений, перспективным является получение торфяного бертината – активного сорбента для поглощения разливов нефти и нефтепродуктов, а также металлургического топлива [3, 4].

1. Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Оганесян А.С. Биоэнергетическое комплексное использование торфа в мобильной технологии полного цикла для нужд ЖКХ И АПК/В сборнике: Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017. Сборник научных трудов международной научно-технической конференции. Научные редакторы В.В. Максаров, В.В. Габов. 2017. С. 38-42.

2. Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Гусева А.М., и др. Переработка древесных ресурсов торфяных месторождений с получением экологически безопасной продукции/В сборнике: Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. 2016. С. 149-151.

3. Жигульская А.И., Яконовская Т.Б. Научные основы комплексной механизации безотходной круглогодичной технологии добычи и переработки ресурсов торфяных месторождений: монография – Тверь:ТГТУ, 2014. 193 с.

4. Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Яконовский П.А. и др. Круглогодичная технология получения торфо-древесного сырья с учетом эколого-экономического фактора/В сборнике: Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики 8-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. 2012. С. 135-142.

СЕКЦИЯ 2

Промышленная экология

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СМЕСИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ МЕДИ, ЦИНКА И НИКЕЛЯ В ПРИСУТСТВИИ ПЕНЕТРАНТА ЛЖ-6А

Аунг Пьяе, Оршанский А.В., Хейн Т.А., Колесников А.В.

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Москва, 125480, Россия, Москва,
ул. Героев Панфиловцев, д. 20
aungpyae05@gmail.com

Ключевые слова: очистка сточных вод, медь, никель, цинк, пенетрант лж-6а, поверхностно-активные вещества.

В связи с применением гальванических процессов при обработке поверхности металлических изделий и при создании композиционных материалов на промышленных предприятиях в сточные воды выделяется большое количество техногенных отходов, которые содержат в себе ионы тяжёлых и цветных металлов и различные органические вещества, например, клеи, растворители, поверхностно-активные вещества (ПАВ), моющие составы, комплексообразователи и т.д. [1, 2] Одним из таких компонентов является Пенетрант ЛЖ-6А, основа которого дитолилметан в бутиловом спирте, применяемый в дефектоскопии для определения качества поверхности.

Очистка модельных сточных вод осуществлялась в непроточном электрофлотаторе по известной методике [3].

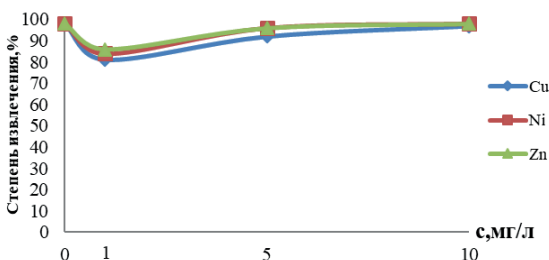


Рис 1. Влияние концентрации органического компонента Пенетрант ЛЖ-6А на электрофлотационное извлечение ионов меди, цинка и никеля

Условия экспериментов: $c(\text{Me}^{2+}) = 15 \text{ мг/л}$, $\sum \text{Me}^{2+} = 45 \text{ мг/л}$, $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ г/л}$, $i_v = 0.4 \text{ А/л}$, $\tau = 20 \text{ мин.}$, $\text{pH} = 10$

Установлено, что при попадании в сточную воду органического компонента Пенетрант ЛЖ-6А концентрацией 1 мг/л степень извлечения гидроксидов металлов снижается до 80-85%. С повышением

концентрации до 10 мг/л степень извлечения возрастает и достигает 98%. По-видимому, указанный эффект связан с адсорбцией компонентов, входящих в состав пенетранта ЛЖ-6А на поверхности гидроксидов металлов, и придания её гидрофобных свойств.

В таблице 1 приведены данные по влиянию природы поверхностно-активных веществ на процесс извлечения.

Таблица 1. Влияние природы ПАВ на электрофлотационное извлечение смеси труднорастворимых соединений меди, цинка и никеля

Me ²⁺	Степень извлечения, %			
	Без ПАВ	NaDBS (анионный)	Септапав (катионный)	ОС-20Б (неионогенный)
Cu	80	98	95	92
Ni	84	96	97	93
Zn	85	96	96	95

Условия экспериментов: с(Пенетрант ЛЖ-6А) = 1 мг/л, с(Me²⁺) = 15мг/л, ΣMe²⁺ = 45мг/л, с(Na₂SO₄)= 1 г/л, i_v = 0.4А/л, τ=20 мин., pH=10.

Как показали проведённые эксперименты все изученные ПАВ улучшают процесс извлечения смеси труднорастворимых меди, цинка и никеля в присутствии пенетранта ЛЖ-6А. Наиболее эффективно процесс протекает при введении в систему анионного ПАВ NaDBS.

1. Колесников В.А., Меньшутина Н. В., Десятков А. В. Оборудование, технологии и проектирование систем очистки сточных вод. // М.: ДеЛи плюс, 2016, С.289.

2. Аунг Пьяе., Хейн Тху Аунг., Колесников А.В. Влияние композиции фосфатирования Decordal на электрофлотационное извлечение труднорастворимых соединений Cu, Ni, Zn, Co, Fe, Al из промывных и сточных вод. // Гальванотехника и обработка поверхности. 2019, Т.27, № 2, С.31-39.

3. Колесников А.В., Гайдуков Е.Н., Колесников В.А. Исследование эффективности электрофлотационного процесса извлечения труднорастворимых соединений скандия из водных сред в присутствии поверхностно-активных веществ. // Теоретические основы химической технологии. 2016, Т.50, №5, С.496.

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СМЕСИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ, НИКЕЛЯ И ЦИНКА В ПРИСУТСТВИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАВ

Аунг Пьяе, Милютин А.Д., Савельев Д.С.

*ФГБОУ ВПО Российский химико-технологический университет им. Д.И.
Менделеева, Москва, 125480, Россия, Москва,
ул. Героев Панфиловцев, д. 20
aungpyae05@gmail.com*

Ключевые слова: электрофлотация, очистка сточных вод, медь, никель, цинк,
поверхностно-активные вещества.

Техногенные отходы, которые сбрасываются в сточные воды цехами, участками и линиями гальванических производств содержат в себе большое количество органических и неорганических соединений. В зависимости от применяемых операций при обработке металлических изделий на производстве это могут быть поверхностно-активные вещества (ПАВ), моющие составы, растворители, композиции, ионы тяжёлых металлов и др [1, 2].

Очистка сточных вод от ионов тяжёлых металлов проводилась методом электрофлотации по стандартизированной методике [3, 4] с добавлением различных промышленных ПАВ различной природы.

Таблица 1. Сравнительная характеристика поверхностно-активных веществ различной природы.

	МТМ_л	МТМ_х	ФЛОН-1
Вид	Оксигидрильные собиратели сульфоксильного типа Мыла талловых масле лиственных и хвойных.		Катионный собиратель азотосодержащего типа аминного типа. Ацетат первичных аминов кокосовой фракции в изопропиловом спирте.
Общ. формула	R – COOMe		R – NH ₂
Применение	Высокоэффективные собиратели для флотации несulfидных минералов (фосфатных, кальциевых и т.д), апатит, флюоритсодержащих руд.		При флотации силикатных материалов : кварц, слюда, литиевые и берипшиевые руда.

Таблица 2. Влияние природы поверхностно-активных веществ на электрофлотационное извлечение смеси труднорастворимых соединений меди, никеля и цинка в различном диапазоне рН

ПАВ	<i>α, %</i>											
	<i>pH-8</i>			<i>pH-9</i>			<i>pH-10</i>			<i>pH-11</i>		
	Cu	Ni	Zn	Cu	Ni	Zn	Cu	Ni	Zn	Cu	Ni	Zn
Без ПАВ	96	31	52	99	86	98	96	95	91	85	78	79
Флон-1	97	44	80	98	81	98	98	98	99	89	98	99
СТМ _л	93	77	93	97	83	98	95	93	93	97	94	97
СТМ _х	98	81	94	98	97	94	97	96	98	98	98	92

Примечание: условия экспериментов: $c(\text{Cu}^{2+}) = 25$ мг/л, $c(\text{Ni}^{2+}) = 25$ мг/л, $c(\text{Zn}^{2+}) = 25$ мг/л, $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1$ г/л, $j_v = 0.4$ А/л; время – 20 мин.

Установлено, что наиболее эффективно процесс извлечения смеси соединений меди, никеля и цинка протекает при pH-10 в присутствии катионного ПАВ Флон-1. Степень извлечения составляет 98-99%, что говорит о высокой эффективности процесса. Указанный эффект связан с абсорбцией данного ПАВ на поверхности гидроксидов металлов и снижения поверхностного натяжения.

1. Колесников В.А., Ильин В.И., Бродский В.А., Колесников А.В. Электрофлотация в процессах водоочистки и извлечения ценных компонентов из жидких техногенных отходов. Теоретические основы химической технологии. 2017, Т. 51, № 4, С. 361–375.

2. Аунг Пьяе., Щербакова Г.А., Щербакова Л.А., Аунг Хейн Тху., Колесников А.В. Исследование эффективности электрофлотационного процесса совместного извлечения ионов Cu, Ni и Zn в составе многокомпонентных систем. Вода: химия и экология. 2019, № 3-6, С. 54-60.

3. Колесников А.В., Ачкасов М.Г., Канделаки Г.И., Коваленко В.С., Колесников В.А. Повышение эффективности процесса электрофлотационного извлечения гидроксидов металлов в составе многокомпонентных систем из водных сред. Журнал прикладной химии, издательство Наука. С.-Петербург. отд-ние (СПб.), 2018, Т. 91, С. 793-797.

4. Колесников В.А., Колесников А.В., Ильин В.И. Электрофлотация в очистке сточных вод от нефтепродуктов, красителей, ПАВ, лигандов и биологических загрязнений. Теоретические основы химической технологии. 2019, Т. 53, № 2, С. 205-228.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЗАКТИВИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Белкина И.С., Морозов В.М., Конькова Т.В.

*РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125480, Россия, Москва, ул. Героев
Панфиловцев, 20; belkaa6@rambler.ru*

Ключевые слова: гетерогенные катализаторы типа Фентона, очистка сточных вод, дезактивированные катализаторы гидроочистки дизельного топлива

В современном мире сточные воды промышленных предприятий содержат огромное множество вредных веществ, ПДК, которых превышен во много раз. Для слива таких вод в общую систему стоков необходима предварительная очистка. Одними, из таких веществ являются органические азокрасители. Существует несколько способов снизить количество концентрации красителей в стоках, наиболее предпочтительным является полное разложение красителей до менее опасных веществ под действием пероксида водорода с применением катализаторов по типу Фентона [1]. Актуальность проблемы очистки сточных вод возрастает с каждым годом, поскольку спрос потребительского рынка неуклонно увеличивается и предприятия вынуждены сбрасывать в стоки огромные количества вод, требующих более тщательной очистки [2].

Еще одним значительным источником загрязнения окружающей среды являются отработанные катализаторы нефтеперерабатывающей отрасли. Наиболее применяемыми являются катализаторы гидроочистки, в частности катализаторы гидроочистки дизельного топлива. Основой катализатора является $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Дезактивированные катализаторы являются техногенными отходами, содержащими в своем составе серу, углеводороды различного состава, так называемый «кокс», а также целый ряд редких металлов, таких как, молибден и кобальт, также присутствуют катализаторы, содержащие никель. Все эти металлы дорогостоящие и имеют широкое применение в промышленности [3]. Извлечение данных металлов позволит сэкономить значительное количество и без того малых запасов их в природе. Кроме того, утилизация и дальнейшая переработка такого значительного количества отходов, благоприятно скажется на состоянии окружающей среды.

Целью работы является исследование возможности применения дезактивированных катализаторов гидроочистки дизельного топлива в качестве катализаторов процесса Фентона для окисления органических красителей. Объектом окисления был выбран азокраситель кармуазин,

применяемый в пищевой и фармацевтической промышленности.

Деактивированный катализатор гидроочистки (ДК) дизельного топлива Co-Mo/Al₂O₃ был предварительно отожжен в печи при температуре 550°C в течение 3 часов с последующим выщелачиванием раствором соды с концентрацией 0,25 М в течение 2 часов при температуре 90°C. Выщелачивание проводилось с целью извлечения молибдена для его дальнейшего использования в качестве товарных продуктов различного состава и назначения. Потеря массы при отжиге составила порядка 20%.

Текстурные характеристики деактивированного (ДК) и отожженного катализатора(ОК), а также и кека выщелачивания (ФК) представлены в табл. 1. Полученные данные свидетельствуют, что кек выщелачивания обладает наибольшей удельной поверхностью и объемом пор.

По данным рентгенфлуоресцентного анализа (табл. 1) в процессе выщелачивания содержание молибдена снижается в пять раз, в то же время содержание кобальта возрастает в 2,5 раза.

Таблица 1. Текстурные характеристики образцов и элементный состав активных компонентов

№	Образец	S _{уд} , м ² /г	V _s , см ³ /г	D ме, нм	Mo, мас.%	Co, мас.%
1	ДК	125	0,248	3,79	15,78-16,22	2,95-3,42
2	ОК	166	0,399	7,32	18,78-19,22	3,62-4,23
3	ФК	234	0,490	7,39	3,73-4,2	9,72-10,46

Кек от выщелачивания был исследован в качестве катализатора процесса Фентона для окисления кармуазина пероксидом водорода при температуре 50°C в нейтральной среде. Степень обесцвечивания раствора кармуазина за 1 час контакта составила порядка 90 %.

В настоящий момент описанные в литературе способы извлечения ценных металлов из деактивированных катализаторов не позволяют извлечь металлы, в полной мере. Проведенное исследование показало перспективность применения отработанных катализаторов гидроочистки в процессах очистки сточных вод от органических красителей.

1. Конькова Т.В., Алехина М.Б., Садыков Т.Ф., Никифорова М.А., Михайличенко А.И., Либерман Е.Ю. Известия Высших Учебных Заведений, серия: химия и химическая технология. 2012, Т. 55, № 11, 85-89.

2. Карпова Е.В., Конькова Т.В. Успехи в химической технологии. 2017, Т. XXXI, № 6, 55-57.

3. Павлов А.В., Римошевский В.С. Известия Высших Учебных Заведений. Черная металлургия. 2016, Т. 59, № 1, 5-10.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОРБЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Бокова Е.С., Коваленко Г.М., Рыжкин А.И.

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н.
Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 115035, г. Москва, ул.
Садовническая, д. 33, стр. 1
gregoryi84@mail.ru*

Ключевые слова: нетканые материалы, сорбция, ликвидация разливов нефтепродуктов, терморасширенный графит

К наиболее перспективным в настоящее время материалам для фильтрации и сорбции, в том числе нефтепродуктов, относят нетканые волокнисто–пористые композиты. К преимуществам нетканых сорбентов можно отнести широкие возможности варьирования их эксплуатационных характеристик за счет применения различных видов синтетических волокон с комплексом специальных свойств, а также структурных особенностей, связанных с технологическими приемами их изготовления. Благодаря этому нетканые материалы и изделия из них с одной стороны способны обеспечить избирательную сорбцию по отношению к углеводородам в присутствии воды, а с другой дают возможность регулировать удерживающую способность сорбента и его сорбционную емкость, что является определяющим при оценке эксплуатационных свойств такого рода материалов [1, 2].

Одним из недостатков нетканых материалов по отношению к природным высокодисперсным сорбентам, является их менее эффективная поглощающая способность, которая может быть увеличена модификацией волокнистых сорбентов порошковыми наполнителями. Такое сочетание нетканых материалов и высокоэффективных порошковых поглотителей вызывает несомненный интерес для создания на их основе нового поколения современных технических средств и технологий защиты окружающей среды от загрязнения нефтепродуктами и другими вредными субстанциями [3].

Цель работы – разработка условий получения волокнисто-порошковых сорбентов на основе нетканых материалов и терморасширенного графита для сорбции нефтепродуктов

В качестве объектов исследования были использованы: иглопробивные нетканые полотна на основе смеси волокон ПЭТ 0,33 текс (диаметром 20-25 мкм, ТУ 6-13-0204077-95-91, Могилёвского комбината «Химволоконо», Беларусь); БКВ 80:20, БКВ структуры «ядро (полиэфир)-оболочка (полипропилен) 0,44 текс (фирмы «Samsung»,

Республика Корея). В качестве порошкообразных наполнителей был использован терморасширенный графит. Термо-расширенный графит был получен из исходного графита марки ГСМ-1 и ГТ-1, произведённые фирмой ОАО «Графионикс» по бихроматной и персульфатной технологии.

Для обработки исходных марок графита в работе применяли смесь серной кислоты с бихроматом калия и персульфатом аммония, варьируя степень окисления. Гранулометрический состав порошков ТРГ, предварительно диспергированных в воде, определяли методом ситового анализа; насыпную плотность рассчитывали по массе порошкообразного компонента с утряской и без утряски; плотность и внешнюю удельную поверхность порошков исследовали на установке газопроницаемости (УГП) по квазистационарному течению разреженного газа при вибровакuumировании; для определения истинной плотности пористых образцов использовали метод газовой пикнометрии с использованием прибора Autopycnometer -1320 фирмы «Micromeritics».

Проведены исследования и разработаны волокнисто-пористые сорбенты, содержащие порошкообразный терморасширенный графит. Проведён сравнительный анализ различных марок терморасширенного графита, в зависимости от способа его получения. Показано, что удельная поверхность ТРГ снижается при увеличении степени окисления от 110 м²/г до 40 м²/г. Насыпная плотность ТРГ увеличивается от 3 до 7,2 г/л после 7 суток хранения, и тем самым снижается устойчивость слоя порошка ТРГ и его сорбционные характеристики.

Разработана технология получения высокоэффективных волокнисто-порошковых сорбентов, содержащих ТРГ. Композиционные материалы были получены по традиционной технологии формирования нетканых волокнистых основ с последующим распределением порошкообразного наполнителя и повторным иглопрокалыванием слоёв композита.

Получены сорбенты, сочетающие в себе преимущества рулонных материалов и высокую сорбционную ёмкость порошков (от 20 до 40 г/г), что позволяет прогнозировать простоту нанесения сорбентов на загрязнённый участок местности и лёгкость его удаления после проведения очистных мероприятий.

1. Савельева Е.К. Разработка высокоэффективных композиционных полимерных сорбентов с повышенной прочностью. Дис. канд. техн. наук. М.: МГУДТ, 2009. 166 с.

2. Александрова Ю.Н. Разработка способов регулирования структуры и свойств волокнистых нетканых материалов. Дис. канд. техн. наук. М.: МГУДТ, 2008. 174 с

3. Бокова Е.С. Волокнисто-пористые композиционные материалы с использованием бикомпонентных волокон. М.: РИО МГУДТ, 2011, 175 с

МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ ПАТРОНОВ

**Бондарева Л.П., Потапова Т.Ю., Ткач Е.Н.,
Прушинская А.Г., Чесноков А.И.**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19; larbon@mail.ru

Ключевые слова: сорбционный патрон, катионы тяжелых металлов, токсичные анионы, поверхностно активные вещества

Большинство катионов тяжелых металлов и токсичных анионов, попадая в воду, находятся в ней в коллоидном, а не в растворенном состоянии. Для количественного определения ионов необходимо проводить их концентрирование и, часто, разделение, которые должны основываться на процессе, позволяющем при различном составе воды привести к необходимому для детектирования содержанию в элюате. Данному требованию полностью отвечает ионообменный метод.

Цель исследования – разработка мобильного комплекса для мониторинга природных вод «на месте» с целью обнаружения токсичных веществ с возможностью их количественного определения.

Оценку общей минерализации и ускоренный контроль качества природной воды проводили по величине электрической проводимости, которая является сложной функцией отдельных составляющих водного раствора и характеризует суммарную величину ионного состава воды. Установлено, что природная поверхностная вода имеет наиболее вероятные значения удельной электрической проводимости в интервале от 80 до 1000 мкСм/см. Электрическая проводимость в 200 мкС/см примерно соответствует общей минерализации в 100 мг/дм³.

В статических и динамических условиях изучена сорбция двухзарядных катионов меди, никеля, кобальта и цинка на полиамфолитах; хлорид-, фторид-, нитрат- и нитрит-ионов на анионообменниках; анионогенных ПАВ – олеата натрия и додецилсульфата натрия – на активированных углях, энтеросорбенте, шунгите, кремнеземах и ионообменных смолах и определены основные сорбционные параметры и характеристики разделения.

Полученные данные позволили выбрать эффективные сорбенты и предложить методики выделения целевых компонентов из многокомпонентных растворов, которые реализованы на концентрирующих патронах высотой 11 см и диаметром 2 см. Разделение катионов тяжелых металлов из водных растворов проводили

на полиамфолите Purolite S930, неорганических анионов – на анионообменнике Purolite A430, концентрирование АПАВ осуществляли на фильтрующем слое, состоящем из активированного угля марки SV-50 и ионообменного волокна ФИБАН АК-22-1.

При сорбции смесей катионов из водных растворов на ионообменной смоле наблюдаются четкие зоны разделения при проявлении катионов кадмия (II) дитизином, катионов цинка (II) – сульфарсазеном, а также без проявления – зоны катионов меди (II) и никеля (II). Изученные катионы проявляют хроматографические зоны при содержании в смоле выше 0,01 ммоль/г, что позволяет обнаруживать токсичные катионы в воде при концентрации ниже предельно допустимых концентраций. Определено, что из-за высокого сродства к анионитам, большого размера и высокой предельно допустимой концентрации в воде сульфат-ион оказал мешающее действие на сорбцию остальных ионов. Сульфат-анионы предварительно удалялись из водного раствора методом осаждения.

Для количественного определения катионов металлов, анионов и анионогенных ПАВ проведено элюирование растворами соляной кислоты, гидроксида натрия и сульфата натрия соответственно. Концентрацию ионов в элюате определяли потенциометрическим методом с помощью ионоселективных электродов. Установлено, что применение трех типов сорбционных патронов позволяет успешно определить концентрации, как минимум, указанных токсичных ионов.

Апробация предложенного способа концентрирования проведена на модельных водных растворах, содержащих катионы металлов, ПАВ, неорганические и органические соединения. Оценка величины и направление влияния различных веществ на сигналы методов при определении ионов проводили помощью многомерного анализа дисперсий и коэффициентов, рассчитанных методом множественной линейной регрессии. После исключения незначимых компонентов из регрессии и проверки ее адекватности установлено, что компоненты модельной смеси не оказывают мешающего влияния на определение катионов, анионов и АПАВ в водном растворе после их разделения на концентрирующих патронах. Подобранные селективные сорбенты обеспечивают количественное извлечение токсичных ионов из воды.

В работе предложен мобильный комплекс для мониторинга различных вод «на месте» в целях обнаружения токсичных веществ с возможностью их количественного определения. Мобильный комплекс может быть использован для мониторингования состояния водных объектов без отбора жидких проб в лабораторию, концентрирования токсичных соединений и оценки эффективности проведенных очистных мероприятий.

ДИФфуЗИОННОЕ ПЛАМЯ БИНАРНЫХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

¹Васильева О. В., ²Ксенофонов С.И., ³Лепав А.Н., ²Софронов Н.А.

¹ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;

²ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева», 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38;

³ФГБОУ ВО «Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета), 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 54

dprostokvashino@rambler.ru

Ключевые слова: пламя, жидкость, температура, теплота

При горении жидкостей с открытой поверхности образуется диффузионное пламя [1, 2]. Тепловой поток от пламени подогревает поверхность жидкости до температуры кипения. В многокомпонентных жидкостях, в первую очередь, возгоняется жидкость с низкой температурой кипения. Оставшаяся жидкость обогащается жидкостью с более высокой температурой кипения. Температура пламени в этом случае должна меняться по мере выгорания жидкости [3, 4].

В работе изучалось горение смеси двух жидкостей этанола и изопропанола. В этанол добавлялся изопропанол и составлялись растворы через каждые 10%. Температуры кипения выбранных жидкостей почти одинаковые и составляют 78,5 °С для этанола и 82,4 °С – для изопропанола.

Удельная теплоемкость изопропанола несколько выше теплоемкости этанола. Из справочной литературы следует, что при горении этанола низшая теплота горения равна $Q_{н1} = 27752$ кДж/кг, а изопропанола – $Q_{н2} = 31228$ кДж/кг. Тогда добавление изопропанола в этанол должно привести увеличению теплоты горения, что в свою очередь, должно привести к изменению температуры пламени.

Цилиндрическая металлическая горелка диаметром 27 мм и высотой 15 мм устанавливалась на столик электронных весов с точностью 0,01 г и определялась массовая скорость выгорания жидкости. Массовая скорость горения жидкостей оказалась равной 15,93 г/(см²) и не зависит от концентрации раствора.

По фотографиям определялась площадь поверхности пламени и рассчитывалось количество теплоты выделяемой с единицы поверхности пламени при выгорании определенного количества жидкости [5]. Это

отношение $\frac{Q}{F_{пл}} = 1,18 \text{ кДж}/(\text{см}^2\cdot\text{мл})$ оказалось не зависящей функцией от концентрации раствора.

Максимальная температура, измеренная фотопирометрическим методом [6] для всех растворов, равна 1800 К. Для измерения прозрачных пламен этанола применялся метод подкрашивания пламени ионами натрия. Проволочное кольцо из нихрома диаметром 27 мм, смоченного раствором поваренной соли, устанавливался почти у поверхности горелки. При температуре $\sim 1000 \text{ К}$ ионы натрия возбуждаются и вся внешняя поверхность пламени светится желтым цветом. При фотографировании пламени применялся интерференционный светофильтр на длину волны $\lambda = 589 \text{ нм}$. Полученные фотографии вводились в ПЭВМ и обрабатывались программными средствами. Анализ фотографий говорит о том, что пламя изопропанола светится желтым цветом и эта окраска вызвана частицами сажей.

В диффузионном режиме горения изопропанола имеет место недогорание горючего. По этой причине значение максимальной температуры оказалось независящей функцией от концентрации. В принципе, результаты измерений позволяют рассчитать степень недогорания двойных спиртовых смесей в зависимости от концентрации.

1. Физические величины. Справочник / под ред. И. С. Григорьева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
2. Блинов, В.И. Диффузионное горение жидкостей / В.И. Блинов, Г.Н. Худяков. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 208 с.
3. Горшков, В.И. Тушение пламени горючих жидкостей. – М.: Пожнаука, 2007. – 268 с.
4. Кадышевич, А. Е. Измерение температуры пламени. – М.: Металлуриздат, 1961. – 219 с.
5. Лепаяев, А. Н. Программа «Светящееся тело пламени» [Электронный ресурс] / А. Н. Лепаяев, С. И. Ксенофонтов, О. В. Васильева // Наука и образование. – 2018. – № 12. – Режим доступа: <http://ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2018/12.pdf>. Дата обращения 25.02.2020.
6. Порфирьев, А. М. Программа «Flame – temperature» для определения поля температур пламени [Электронный ресурс] / А. М. Порфирьев, С. И. Ксенофонтов // Наука и образование. – 2010. – № 8. – Режим доступа: ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2010/8.doc Дата обращения 20.02.2020.

ВЛИЯНИЕ ХЛОРОВОДОРОДНОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ И МИЦЕЛЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА АНИОННОГО ПАВ АЛКИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ

Заболотных С.А.¹, Щербань М.Г.²

¹*«Институт технической химии УрО РАН», 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 3*

²*Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15
zabolotnykh.s@itcras.ru*

Ключевые слова: алкилбензолсульфокислота, ионная сила, поверхностно-активные свойства

Анионогенное ПАВ алкилбензолсульфокислота (АБСК, общей формулы $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3H$, где $n = 10-14$, содержание основного вещества составляет 96%) является сырьем для производства алкилбензолсульфонатов – компонентов мощных средств, ПАВ для флотации руд. В то же время, сама АБСК практически не применяется ни в обогатительной, ни в ионной флотации, хотя обладает многими достоинствами: является жидкостью, хорошо смешивается с водой, образует устойчивую пену, осаждает ионы металлов, а так же является достаточно доступным реагентом. Для установления возможности использования АБСК в качестве флотореагента в кислых растворах необходимо изучить влияние концентраций кислот (1, 2, 5, 7 и 10 мас.%) на поверхностную активность.

Введение АБСК снижает поверхностное натяжение воды до 35 мН/м в области ККМ₁ (0,74 г/л АБСК). С увеличением концентрации АБСК меняется форма мицелл со сферической на цилиндрическую, что характеризуется ККМ₂ (~8,5 г/л) и резким возрастанием вязкости растворов.

В присутствии 1% HCl ККМ₁ уменьшается до 0,2 г/л, одной из причин этого явления может быть частичная дегидратация полярных групп поверхностно-активных ионов в присутствии электролита и вследствие этого агрегацию мицелл ПАВ. Однако затем, с ростом содержания кислоты, значение ККМ₁ растет. Это, вероятно, связано с подавлением диссоциации АБСК, и она ведет себя как неионный ПАВ.

Солубилизирующую способность АБСК оценивали по отношению к олеофильному красителю судан-I, нерастворимому в воде, но растворяющемуся в гидрофобной части мицелл. Содержание красителя в растворе определяли, измеряя оптическую плотность раствора на спектрофотометре КФК-ЗКМ при $\lambda = 400$ нм.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАРБОНИЗАТОВ ИСКОПАЕМОГО УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАЛЕЙВА»

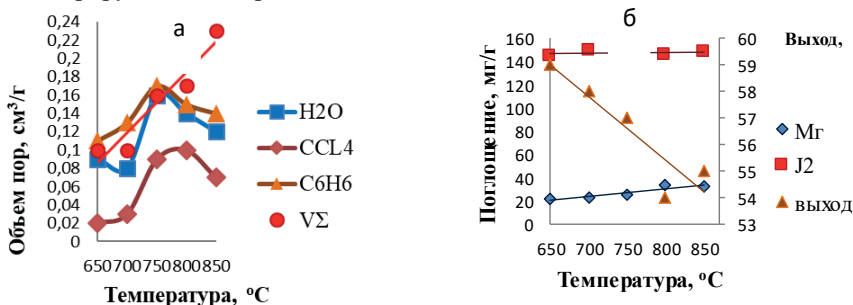
Найнг Зо Е., Нистратов А.В., Клушин В.Н.

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, Москва, Миусская пл., 9;
zawy7@mail.ru

Ключевые слова: ископаемый уголь, пиролиз, свойства карбонизатов.

Угольные месторождения Мьянмы многочисленны, но в большинстве мало изучены. В стране их разведано 16 с общим ресурсом угля 258 млн. т, хотя доказанные запасы составляют ~4,6 млн. т [1]. Основным потребителем этого ископаемого сырья является теплоэнергетика, хотя реальна и практически не реализованная в стране перспектива его использования для производства активных углей. Рост экономики страны увеличивает потребности, как в этом топливе, так и в углеродных адсорбентах.

В проведенных ранее исследованиях [2] определены целесообразные области термического воздействия (в интервале 650-850 °С) на ископаемые угли двух месторождений страны при пиролизе, ориентированном на получение активных углей, и варьировании интенсивности нагревания сырья в пределах 5-20 °С/мин и времени изотермической выдержки при указанных предельных температурах от 30 до 120 мин. Результаты оценки ряда технических характеристик полученных из угля месторождения «Калейва» карбонизатов в виде величин их выхода, суммарного объема пор по воде V_{Σ} , объемов сорбирующих пор V_s по парам H_2O , CCl_4 и C_6H_6 и поглощательной способности по йоду (J_2) и красителю метиленовому голубому (МГ) иллюстрируют данные рис. 1.



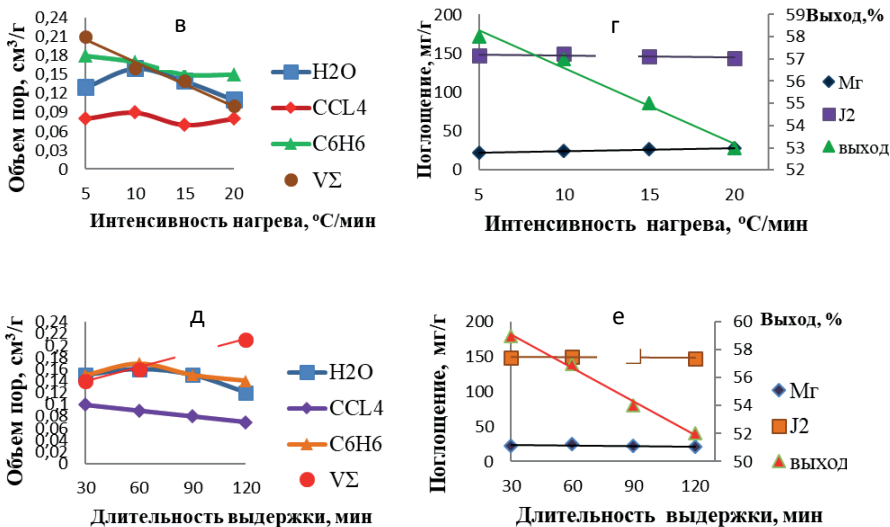


Рис.1. Влияние: а, б - конечной температуры пиролиза угля (интенсивность нагревания 10 °С/мин, изотермическая выдержка 60 мин); в, г - интенсивности нагревания (температура 750 °С, выдержка 60 мин) и д, е - длительности изотермической выдержки (10 °С/мин, 750 °С) на выход и технические характеристики карбонизатов

Данные рис. 1 свидетельствуют, что рациональные условия пиролиза использованного сырья составляют его нагрев с интенсивностью 10 °С/мин до 750 °С и 60-минутной изотермической выдержкой при этой температуре. Выход карбонизата, поглощение им Mg и J₂ примерно в 2, 4 и 3,7 раза выше, а показатели V_Σ и V_{сC₆H₆} в 3 и 2 раза ниже, чем для карбонизата скорлупы орехов кокоса, при примерно равных величинах V_{сH₂O} и V_{сCCL₄} [3], что указывает на существенные перспективы получения на его основе активного угля хорошего качества.

1. Сырьевой комплекс зарубежных стран. Мьянма [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.mineral.ru/facts/world/116/145/index.html> (дата обращения 15.2.2019).

2. Найнг Зо Е., Клушин В.Н. Характер деструкции ископаемого угля месторождения Калейва при нагревании // Успехи в химии и химической технологии, М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017, том 31, № 9, с. 37-38.

3. Клушин В.Н., Нистратов А.В., Со Вин Мьинт и др. Оценка качества отходов переработки риса и кокосовых орехов в республике Мьянма как сырья для производства активных углей // Химическая промышленность сегодня, 2016, № 2, с. 20-25.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЗМА КОАГУЛЯЦИИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ СВИНОКОМПЛЕКСОВ

Колесникова Т.А., Куликова М.А.

*ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова», 346428, Россия, г.
Новочеркасск, ул. Просвещения, 132;
tanechka-ko1986@yandex.ru*

Ключевые слова: жидкие отходы, коагуляция, дзета-потенциал, свинокмплесы

В современной России происходит активное восстановление животноводческих хозяйств и конкретно свинокмплесков. Рост поголовья скота ведет к все более негативному воздействию на окружающую среду, из-за увеличения количества образующихся жидких отходов. С другой стороны, эти отходы представляют агромелиоративную ценность, т.к. содержат высокие концентрации биогенных элементов. Поэтому имеет высокую актуальность разработка современных способов подготовки жидких отходов свинокмплесков с целью получения органоминеральных удобрений и применения их в сельском хозяйстве. Исследованиями [1,2] доказана высокая эффективность реагентной обработки жидких отходов и дальнейшее использование полученных фракций для удобрения и орошения сельскохозяйственных угодий. Однако, слабо изучен механизм дестабилизации коллоидной системы жидких отходов свинокмплесков при реагентной коагуляции.

Теоретические исследования кинетики коагуляции [3,4] свидетельствуют о том, что коллоидные системы жидких отходов свинокмплесков стремятся к уменьшению свободной поверхностной энергии за счет сокращения удельной поверхности коллоидных частиц, что происходит при их укрупнении (коагуляции). При коагуляции образуются рыхлые агрегаты различной величины, в которой частицы непрочно связаны между собой. Самопроизвольная коагуляция жидких отходов свинокмплесков протекает достаточно медленно. Ее можно ускорить, повышая скорость движения частиц, что поможет им преодолеть расклинивающее давление. Процесс коагуляции жидких отходов значительно ускоряется при добавлении известкового молока или раствора дефекационной извести или шлама карбида кальция, являющихся электролитами для данной системы. С увеличением концентрации электролита сильнее сжимается диффузионный слой, уменьшается -потенциал и ускоряется коагуляция. Переход скрытой коагуляции в явную называется порогом коагуляции, ему соответствует

минимальна концентрация электролита, вызывающая явную коагуляцию. В это время ζ -потенциал еще сохраняется, но уже является критическим (не превышает 30мВ).

В работе [5] для установления механизма процесса коагуляции с применением смешанного коагулянта был определен электрокинетический потенциал коллоидных частиц модельного раствора, установлены зависимости зон коагуляции от значений ζ -потенциала. Применяемые электролиты изменяли величину рН раствора, степень ионизации, заряд белковых молекул и влияли на кинетические закономерности коагуляции органических компонентов.

Однако слабо изучено соответствие величины ζ -потенциала и скорости процесса коагуляции в жидких отходах свинокмлексах, отсутствуют исследования определяющие зависимость максимальной эффективности реагентного разделения жидких отходов свинокмлексов от величины ζ -потенциала.

Поэтому представляют интерес и являются актуальным дальнейшие исследования по установлению зависимостей ζ -потенциала от различных доз реагентов при дестабилизации коллоидных систем жидких отходов свинокмлексов. Процесс коагуляции совершается в определенный отрезок времени, при этом коагуляция зависит не только от концентрации самого золя, но и от концентрации электролита-коагулятора. Поэтому установление порога коагуляции по величине ζ -потенциала также является важной задачей, решение которой позволит оптимизировать процесс реагентной обработки жидких отходов свинокмлексов для получения органоминеральных удобрений.

1. Суржко, О.А. Куликова, М.А. Экологическая безопасность при переработке и утилизации концентрированных по биогенным элементам жидких отходов промышленных предприятий: монография / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ).- Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2011. – 140 с.

2. ПАТ. 2683759 РФ С02 F 1/52. Способ подготовки вод для сельскохозяйственного использования/ Колесникова Т.А., Куликова М.А., Грибунт Е.А., Суржко О.А.-Заявл. 25.05.2018; Оpubл. 01.04.2019.

3. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг. М., 1997. – 232 с.

4. Шукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. М., 2004. – 445 с.

5. Пирузян А.В. Контактная коагуляция- перспективный метод очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий / А.В. Пирузян, Т.И. Боковой// Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы современности» Майкоп, май 2009, С. 225-227.

ГЕОХИМИЯ ОТВАЛОВ КОМБИНАТА «ТУВАКОБАЛЬТ»

Копылов Н.И.¹, Молдурушку М.О.²

¹*Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, 630128, Россия, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18; e-mail: kolyubov@narod.ru*

²*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 667007, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117а, e-mail: ritageotom@mail.ru*

Ключевые слова: гипергенез, отвалы, вивианиты, парасимплезит

В настоящее время при переработке мышьяксодержащего сырья сохраняется тенденция вывода мышьяка в отходы с последующим их складированием в отвалах. Полевые исследования отвалов ряда горно-обогатительных комбинатов показали реальную угрозу возможного заражения окружающей среды тяжелыми металлами и мышьяком [1]. Особое внимание было уделено изучению состояния отвалов Хову-Аксы (бывшего комбината «Тувакобальт»), которые существенно отличаются по составу от отвалов других предприятий цветной металлургии. Установлено, что с повышением срока хранения в отвалах происходит увеличение подвижности находящихся в нём токсичных компонентов, что повышает степень опасности для окружающей среды.

При переработке арсенидных никель-кобальтовых руд Хову-Аксынского месторождения на комбинате «Тувакобальт» мышьяк из процесса выводили посредством осаждения его из аммиачно-солевого раствора в виде арсенатно-магнезиального осадка – малорастворимых соединений $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot nH_2O$, $Mg(NH_4)AsO_4 \cdot nH_2O$. Получаемый осадок вместе с хвостами автоклавного обогащения складировали в хвостохранилищах. За 20 лет работы комбината в отвалах было накоплено более 1,5 млн. тонн отходов при содержании в нём в среднем 3,3 % мышьяка. Отвальные шламы имеют в основном карбонатно-силикатный состав, %: $SiO_2 \sim 35-40$, $CaO \sim 18$, $Al_2O_3 \sim 8$, $MgO \sim 8$, $Fe_2O_3 \sim 8-10$.

За время хранения отвалы претерпевают значительные изменения. Вторичные минералы представлены в основном арсенатами группы вивианита (арсенаты двухвалентных металлов Co, Ni, Fe). Однако, выделения арсенатов в подобных случаях чаще всего плохо индивидуализированы. Нередко они образуют смеси друг с другом и минералами других классов, для них обычны тонкодисперсные агрегаты. Всё это затрудняет их диагностику. Также сложность диагностики арсенатов зачастую была вызвана их внешним сходством друг с другом.

Растворимость минералов гидроарсенатов тяжёлых цветных металлов, кальция, магния, железа, образование которых следует рассматривать как возможный химизм процесса в данной техногенной системе, определяет устойчивый высокий уровень мышьяка в растворах. За время хранения арсенат магния подвергается химическому воздействию (гипергенезу) и трансформируется в новые формы, отвечающие подвижному равновесному состоянию сформировавшейся многокомпонентной системы.

Данные рентгенофазового анализа (РФА) показали, что в исследуемых в работе [2] пробах шлама основной мышьяксодеждающей фазой является парасимплезит $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (картотека PDF card №350461). Эта фаза наряду с кальцитом являются наиболее представительными в отобранных пробах. Парасимплезит был установлен впервые в Японии в 1954 году и обнаружен позднее в рудах Белореченского месторождения (Россия). Этот природный арсенат железа $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ отличается от природного скородита $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ тем, что в нём железо двухвалентное и содержится не две, а восемь молекул воды. По аналогии с арсенатами никеля и кобальта он относится к арсенатам группы вивианита. Имея те же состав и химическую формулу, что и симплезит, он является полиморфным аналогом последнего, но имеет различие в кристаллической решётке и моноклинную сингонию (в отличие от триклинной у симплезита).

Наличие в отвалах Хову-Аксы мышьяка в минеральной форме парасимплезита подтверждается тем, что в материале отвала концентрация железа (~ 8-10 %) превышает примерно на порядок содержания других металлов (Ni, Co, Cu и др. по ~ 0,10-0,15 % каждый). В то же время, как показывают данные РФА, во всех пробах отвалов одной из основных фаз материала совместно с фазой парасимплезита обнаруживается кальцит (магнийевый кальцит).

Таким образом, в результате воздействия окружающей среды (воздушной атмосферы, осадков, паводковых вод, изменений температуры), а также сложного состава отходов, поступающие в отвалы шламы Хову-Аксы при длительном хранении подвержены гипергенезу. В образующейся сложной многокомпонентной системе формируются условия подвижного во времени динамического состояния с изменением химического состава и фазового состояния системы, с миграцией элементного состава в пределах объёма карты отвала и окружающей среды.

1. Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Бессонова Е.П. Геохимия техногенных систем. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006, 169 с.

2. Копылов Н.И., Шоева Т.Е., Солотчина Э.П. Поведение отвальных продуктов Хову-Аксы при обжиге. Химическая технология, 2017, 18 (11), 502-505.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ МОНОМЕРОВ В ПРОЦЕССАХ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Корнеева С.А., Мишунин С.В., Сугако К.А.

«Ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева» (ФГУП «НИИСК»), 198035, Россия, г. Санкт-Петербург, xlropren@mail.ru

Ключевые слова: эмульсионная полимеризация, поверхностно-активные мономеры, современные технологии, снижение экологической нагрузки.

Последнее десятилетие охарактеризовано расширением исследований в области создания smart-полимеров, что в свою очередь смещает внимание с переосмысления имеющихся технологий производства на поиск новых подходов создания материалов и их синтеза. Разработка принципиально иного промышленного получения ведет к снижению экологической нагрузки во всем цикле от производства до утилизации, поскольку, в отличие от эпохи индустриализации, в реиндустриализационный период новые технологии базируются на современных представлениях общества о бережном отношении к биосфере.

Стимулами для удовлетворения вновь возникающих потребностей, как правило, являются социально-экономические аспекты. Появление новых технологических достижений (электромобили, смартфоны и др.) требуют создания новых материалов с новыми свойствами. Умные материалы часто получают, сочетая современные интеллектуальные технологии с избирательно-комплементарными химическими реакциями.

Одним из таких подходов нам представляется проведение процесса эмульсионной полимеризации с применением «умных» поверхностно-активных мономеров, обладающих свойствами эмульгатора-диспергатора с одной стороны, и функционального мономера с другой.

На примере модельных систем и акрилатных сополимеров, в ряде случаев показана возможность замены классических ПАВ диспергаторами-мономерами, имеющими функциональные группы, позволяющие улучшать конечные свойства композиций. Кроме того, структура и гидрофильно-липофильный баланс исследованных ПАМ, позволяют получать хорошую агрегативную устойчивость латексных систем как в начальный момент процесса полимеризации, так и в дальнейшем при хранении латексных дисперсий.

Важно отметить, что при применении как торговых, так и синтезированных мономерных диспергаторов, была исследована и

показана высокая степень их вхождения в полимерную цепь, что при коагуляции позволяет получать экологически безопасные сточные воды. Было выявлено, что полнота степени вхождения ПАМ зависит от концентрации регулятора молекулярной массы.

Особый интерес представляет самоорганизация частиц на межфазных поверхностях. Ряд зарубежных исследований по созданию органонеорганических (ОННМ) наноматериалов с применением катионактивных мономеров-эмульгаторов, показывают, что ключевым является формирование периодических коллоидных структур, строение и морфология которых определяют возможности получения требуемых материалов.

Полученные нами результаты дают основание для дальнейших исследований по синтезу и применению полимеризующихся поверхностно-активных веществ как основы для создания органонеорганических материалов.

Развитие общества и, как следствие, изменение его потребностей нарушает общую устоявшуюся производственную концепцию, что в конечном итоге вызывает необходимость разработки и использования новых научных принципов. Таким образом, «умные каучуки» и «умные технологии» не ограничиваются только научными аспектами, но и подчинены актуальности общественного запроса на снижение антропогенного влияния на экологию. Следовательно, речь идет не только об изменении рецептур, а о применении новых научных принципов, результаты внедрения которых еще предстоит изучить.

ПОНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНОЛА В ПРОДУКТАХ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА КОНВЕРСИЕЙ В ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР

Костина А.С.¹, Руденко А.В.², Колычев И.А.², Киселева Н.В.¹

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040,
Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149;

²ООО «Газпром трансгаз Краснодар», 350051, Россия, г. Краснодар, ул.
Дзержинского, 36;
annakostina0@gmail.com

Ключевые слова: газ природный, конверсия метанола, модифицированный
силикагелевый адсорбент, диметиловый эфир

На газодобывающих предприятиях России с целью исключения образования газовых гидратов в трубопроводах в качестве ингибитора используется метанол [1], который является экологически опасным веществом. На адсорбционных установках подготовки газа к транспорту (УПГТ) по морским участкам магистральных газопроводов из природного горючего газа значительная часть паров воды и метанола удаляется, однако образовавшаяся при этом водно-метанольная смесь подлежит дальнейшей утилизации.

При регенерации силикагелевых адсорбентов протекает побочный процесс конверсии метанола в диметиловый эфир (ДМЭ) [2], что может быть использовано для снижения содержания метанола в жидких отходах. Для получения ДМЭ широко используются гетерогенные катализаторы, содержащие Al_2O_3 [3–5], поэтому его присутствие в адсорбентах является причиной образования ДМЭ.

Цель работы – изучение условий конверсии метанола, извлеченного из природного газа на УПГТ адсорбционного типа в режиме регенерации.

Дегидратацию метанола в условиях регенерации адсорбентов изучали на экспериментальной установке проточного типа в интервале температур 160–290°C при скоростях потока азота 400 и 800 мл/мин. Объектами исследования являлись образцы отечественных и зарубежных силикагелевых адсорбентов марок АСМ, АСМ-ВС, КС-Trockenperlen Н, КС-Trockenperlen WS, применяемых при очистке природного газа, а также силикагель, не модифицированный оксидом алюминия.

Известно, что дегидратация метанола в ДМЭ осуществляется за счет окисных центров, активность которых обусловлена наличием поверхностных гидроксильных групп, связанных с алюминием [6]. В

связи с этим в образцах силикагеля определяли и рассчитывали содержание оксида алюминия рентгенофлуоресцентным методом.

Анализ газообразных проб выполняли на газовом хроматографе. Получены зависимости степени конверсии метанола от скорости потока газа на модифицированных образцах силикагеля (таблица 1). Установлено, что ДМЭ при температурах ниже 160°C не регистрируется, а при 290°C степень превращения метанола в ДМЭ достигает максимума.

Таблица 1. Степень превращения метанола в ДМЭ на адсорбентах (% масс.)

Т, °С	КС- Trockenperlen H ($C_{Al_2O_3} = 3,1\%$)		КС- Trockenperlen WS ($C_{Al_2O_3} = 3,5\%$)		АСМ ($C_{Al_2O_3} = 3,9\%$)		АСМ ВС ($C_{Al_2O_3} = 13,2\%$)	
	400 мл/мин	800 мл/мин	400 мл/мин	800 мл/мин	400 мл/мин	800 мл/мин	400 мл/мин	800 мл/мин
	160	54	59	38	35	69	61	54
200	58	63	40	39	74	71	56	65
240	60	68	42	42	77	82	60	69
290	61	68	43	42	78	85	61	70

В аналогичных условиях исследовали конверсию метанола на не модифицированном силикагеле: в отсутствие оксида алюминия конверсия метанола не превышает 4 %.

Установлено, что оптимальная скорость процесса дегидратации метанола находится в диапазоне температур 160–290°C и составляет 1200 мл/мин. При этом достигается максимальная конверсия метанола для всего диапазона температур.

Содержание метанола в продуктах очистки природного газа также изучали на промышленных адсорбционных установках. Экспериментально были определены концентрации метанола при температурах 280–290°C и различных скоростях потока газа регенерации. Установлено, что при уменьшении потока газа регенерации со 100 до 65 тыс. м³/ч содержание метанола уменьшается на 44 %. Снижение концентрации метанола в продуктах очистки газа обусловлено повышением интенсивности образования ДМЭ.

1. Катаев К.А. Всероссийский журнал научных публикаций, 2011, 2 (1), 22-23.
2. Темердашев З.А., Руденко А.В., Колычев И.А. и др. Экология и промышленность России, 2019, 23 (11), 4-9.
3. Khaleel A. Fuel Processing Technology, 2010, 91 (11), 1505-1509.
4. Rashidi H., Hamoule T., Reza M. et al. Iranian Journal of Oil & Gas Science and Technology, 2013, 2 (4), 67-73.
5. Catizzone E., Migliori M., Aloise A. et al. Journal of Chemistry, 2019, 2019, 1-9.
6. Yaripour F., Baghaei F., Schmidt I. et al. Catalysis Communications, 2005, 6 (2), 147-152.

УДАЛЕНИЕ ФЕНОЛА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗОНА И ФЕРРАТА (VI) КАЛИЯ

Левков Л.Л., Панкратов Д.А.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д.1, стр.3, ГСП-1
levkov.lev@yandex.ru, pankratov@radio.chem.msu.ru*

Ключевые слова: очистка воды, фенол, озон, феррат, "Зелёная химия"

Для удаления из воды фенола и его производных, являющихся одними из наиболее распространенных и высокотоксичных загрязнителей промышленного происхождения, как правило, применяются методы глубокой очистки (хлорирование, озонирование, обработка пероксидом водорода, электрохимическое окисление, облучение светом в УФ-диапазоне). Повышение эффективности таких технологий, при минимизации возможных побочных негативных последствий применения, безусловно, является актуальной задачей [1].

В настоящей работе изучали возможность удаления фенола из водных растворов посредством воздействия на них сильных окисляющих реагентов, таких как озон, или феррат (VI) калия. Для этого через модельные растворы фенола с концентрациями от 20 до 200 мкМ либо продували кислородно-озоновую газовую смесь, либо добавляли водный раствор феррат-ионов - FeO_4^{2-} . Окисляющий реагент добавляли к испытуемым растворам в таких количествах, чтобы соотношение окислителя к фенолу варьировало от 2 до 400 (рис. 1). Растворы феррата (VI) калия - K_2FeO_4 , получали выщелачиванием продуктов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) по методике [2], а их концентрацию фиксировали методом прямой спектрофотометрии. Концентрацию фенола определяли методом спектрофотометрии с применением в качестве индикатора диазотированного пара-нитроанилина.

Показано, что степень удаления фенола из водных растворов - $\eta = (C_0 - C) / C_0$, где C_0 и C - начальная и конечная концентрации фенола, может быть выражена через удельный расход окислителя - $n = V_{\text{ox}} / V_{\text{PhOH}}$, где V_{ox} и V_{PhOH} - количества окислителя и фенола, выражением вида: $\eta = A * n / (n + B)$ (рис. 1). Из экспериментальных данных следует, что применение озонирования позволяет эффективно удалять до 80% фенола. Полного удаления фенола из водных растворов достичь не представляет возможным вплоть до $n = 400$ (рис. 1, кривая 1). В случае применения феррат-ионов, очевидно, возможно более полное удаление фенола при n менее 200 (рис. 1, кривая 2). Показано, что в отличие от

озона O_3 (рН=3-5 после обработки), применение K_2FeO_4 не приводит к закислению растворов (рН=8-10), что можно отнести к преимуществу феррата (VI) калия. Также, известно, что продукты взаимодействия озона с фенолом сами могут проявлять токсичность [3], поэтому, можно считать, что применение растворов феррат-ионов отвечает одному из принципов «Зелёной химии», гласящему, что продукты взаимодействия должны быть менее токсичными, чем исходные вещества.

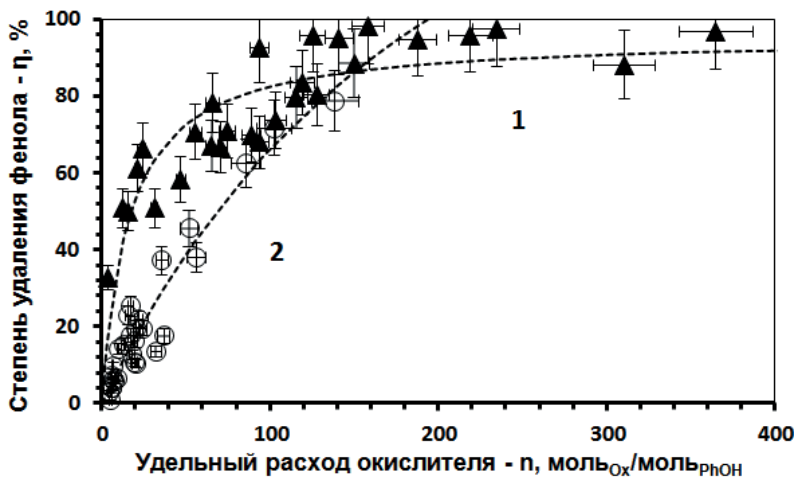


Рис.1 Зависимость степени удаления фенола η от удельного расхода окислителя n :
 1 - Озон - $\eta_1=95.6*n/(n+15.9)$, 2 - Феррат(VI) - $\eta_2=221.6*n/(n+234.7)$.

Таким образом, в работе изучена возможность применение феррата (VI) калия, получаемого методом СВС, в качестве перспективного средства для очистки воды и проведена оценка его эффективности по сравнению с озоном. Показано, что применение феррата (VI) калия для очистки фенол-содержащих вод позволяет решить задачу безопасной очистки воды.

1. Velo-Gala I., López-Peñalver J.J., Sánchez-Polo M., Rivera-Utrilla J. Comparative study of oxidative degradation of sodium diatrizoate in aqueous solution by H_2O_2/Fe^{2+} , H_2O_2/Fe^{3+} , $Fe(VI)$ and UV, H_2O_2/UV , $K_2S_2O_8/UV$. // Chem.Eng. J., 241, 2014, P. 504-512.

2. Панкратов Д.А., Макунин А.В., Малин А.Г. //Патент RU 2600346 от 20.10.2016. Композиция для синтеза кислородных соединений железа со степенями окисления (+4), (+5) и (+6), способ её получения и способ её применения.

3. Singh, T., Bhatiya, A. K., Mishra, P. K., & Srivastava, N.. An effective approach for the degradation of phenolic waste. Abatement of Environmental Pollutants 2020, P.203–243.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ БОРА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ БОРСЕЛЕКТИВНЫМИ АНИОНИТАМИ

Лицунов И.Н., Первова И.Г.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 620100, Россия, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
biosphera@usfeu.ru*

Ключевые слова: бор, борселективные аниониты, сорбция

Исследовано сорбционное извлечение бора из водных растворов борной кислоты анионитами поликонденсационного типа, синтезированными на основе моноэтаноламина и эпихлоргидрина (С-1) и пирокатехина и формальдегида (С-2) в статических условиях.

Результаты исследований сорбционного извлечения ортоборной кислоты показали, что наибольшим средством к боркислородным соединениям проявляют аниониты в гидроксильной форме при температуре 20°C (табл. 1)

Таблица 1. Сорбция борной кислоты различными формами ионитов (концентрация H_3BO_3 – 0,014 М; рН = 4,6; $t = 20^\circ C$)

Анионит	Сорбируемость, мг-экв/г	
	ОН-форма	СI-форма
СБ-1	5,72	0,68
СБ-2	5,53	0,65

Такое различие в сорбционном поведении данных форм анионитов связано с тем, что борная кислота при концентрации менее 0,025 моль/л в водных растворах при отсутствии сильных кислот и температуре 20°C находится в виде тетрагидроксоборат анионов $[B(OH)_4]^-$, которые в фазе ионита обладают меньшей степенью гидролиза и потому в первую очередь участвуют в обменном процессе с функциональными группами анионитов в гидроксильной форме [1].

Изотермы сорбции борной кислоты, полученные для исследуемых анионитов, указывают на возрастание селективности по мере их насыщения тетрагидроксоборат анионами. Крутой начальный участок изотерм сорбции в интервале 0,01÷0,1 М равновесной концентрации борной кислоты в растворе характеризует высокую степень взаимодействия сорбата с сорбентом (рис. 1). Расчетные величины сорбции борной кислоты гидроксильной формой по изотермам (220 и 140 мг/г для анионитов С-1 и С-2 соответственно) значительно превышают количество функциональных групп анионитов, способных к

обмену, т. е. имеет место сверхэквивалентная сорбция боркислородных соединений, что хорошо согласуется с данными работы [2].

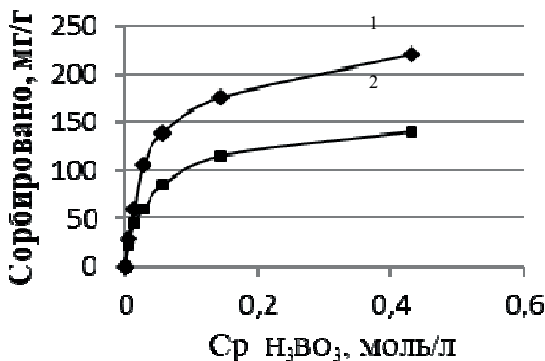


Рис. 1. Изотермы сорбции бора анионитами С-1 (1) и С-2 (2) из раствора борной кислоты (температура 20°С, рН = 5,5)

Такой парадокс может быть объяснен следующими причинами. Одна из них связана с тем, что по мере насыщения сорбентов $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ионами и увеличения концентрации борной кислоты происходит перестройка ее раствора с увеличением содержания в нем полиборатных форм состава $[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4]^-$ и $[\text{B}_4\text{O}_7(\text{OH})_4]^{2-}$. Тогда, на каждую свободную функциональную группу анионита приходится более одного атома бора. Это предположение хорошо согласуется с данными работы [3].

Сверхэквивалентная сорбция боркислородных соединений для анионита С-1, может быть связана также и с необменным механизмом сорбции бора. В структуре данного сорбента, в отличие от анионита С-2, содержатся аминоксиэтильные функциональные группы, что способствует образованию внутрикомплексных соединений бора за счет координации бора с атомом азота. Наличие подобного механизма извлечения борной кислоты из водных растворов подтверждается наличием характеристичных полос поглощения валентных колебания связи N–B в области $1330\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ в инфракрасных спектрах образцов данного анионита, насыщенных боркислородными соединениями.

1. Винницкий В.А., Чугунов А.С., Нечаев А.Ф. Успехи химии и химической технологии, 2013, XXVII (6), 84-87.

2. Винницкий В.А., Нечаев А.Ф., Чугунов А.С. Экология и системы жизнеобеспечения, 2013, 20(46), 81-84.

3. Измайлова Д.Р., Мелешко В.П. Теория и практика сорбционных процессов, 1968, 2, 37-40.

НАСАДКА ДЛЯ МАССООБМЕННОГО АППАРАТА

Мирнова Т.А., Голованчиков А.Б., Шибитова Н.В.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28
natanik40@mail.ru*

Ключевые слова: насадка, массообменный аппарат, интенсификация процесса

В последнее время большое внимание уделяется разработке эффективных аппаратов для проведения процессов, связанных с решением экологических проблем.

В данной работе описывается насадка [1] для массообменного аппарата, используемого, например, для процесса разделения гетерогенных сред.

Конструктивной особенностью разработанной насадки (рисунок 1) является то, что наружное кольцо 1 и внутреннее тело вращения 2 с лепестками 3 выполнены из материала, обладающего эффектом памяти формы, при этом верхние торцы кольца 1 и тела вращения 2 с лепестками 3 соединены пружинами 4.

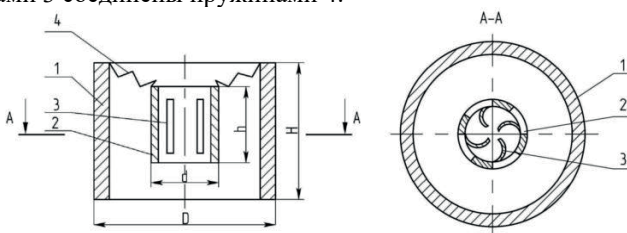


Рисунок 1. Элемент насадки

При работе в колонне верхняя часть насадки орошается жидкостью, а снизу противотоком подается пар. Поток пара обеспечивает колебание внутренних тел вращения 2 с лепестками 3. Кроме этого, под действием тепла наружное кольцо 1 вместе с внутренним телом вращения 2 и лепестками 3, начинают изменять геометрическую форму, и лепестки 3 будут отгибаться.

Такое техническое решение приводит к интенсификации тепло- и массообмена на границе раздела паровой и жидкой фаз и увеличивает производительность тепло- и массообменного процесса в целом.

1. П.м. 196444 РФ. Насадка для тепло- и массообменных процессов / А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко, К.В. Чёрикова, Н.В. Шибитова, О.А. Залипаева, Р.С. Кочарян; ВолгГТУ. – 2020, Бюл. №7.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ СУШКЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА СУСПЕНЗИОННОГО

Морозова М.В., Шибитова Н.В.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28
natanik40@mail.ru*

Ключевые слова: труба-сушилка, сушилка с «кипящим» слоем, энергозатраты

В данной работе проведена сравнительная оценка энергозатрат при сушке поливинилхлорида суспензионного (ПХВС) при использовании двух труб-сушилок и комбинированной сушилки, состоящей из трубы-сушилки (ТС) и сушилки с «кипящим» слоем (СКС), при одинаковой нагрузке по высушенному материалу.

На основании результатов, полученных при расчете на ЭВМ по разработанной авторами программе, составленной в соответствии с общепринятой методикой расчета [1], а также опытным данным, приведенным в работе [2] применительно к сушке ПВХС по следующим параметрам: гидравлическое сопротивление, удельный расход воздуха, интенсивность процесса сушки. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры оценки энергозатрат сушилок

Технологические параметры	Двухступенчатая система сушки	
	2 трубы-сушилки	Комбинированная сушилка: ТС и СКС
1. Удельный расход воздуха, кг/кг	22,2	18,3
2. Гидравлическое сопротивление, Па	6280	4620
3. Мощность вентилятора, кВт	193,6	117,4

Конечным критерием оценки энергозатрат выбрана мощность электродвигателя вентиляторов, обеспечивающих подачу нагретого воздуха в сушилки. По данным, приведенным в таблице, видно, что общая мощность вентиляторов, применяемых в комбинированной сушилке меньше суммарной мощности пневматической сушильной установки, состоящей из труб-сушилок в 1,65 раза, кроме того, значительно уменьшается унос смолы с выхлопным газом после сушилки СКС.

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского. – 4-е изд., стер. – М.: Альянс, 2008. – 494 с.

2. Систер В.Г. Муштаев В.И. Тимонин А.С. Экология и техника сушки дисперсных материалов. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 1999 г. – 670 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛОТНОСТИ БЕНЗИНА И ЕГО СОСТАВА

Николаев А.И., Никольский В.М.

*ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет», 170100, Россия,
г. Тверь, ул. Желябова, 33;
jnikolaev97@mail.ru*

Ключевые слова: бензин, плотность, состав

Автомобильные бензины представляют собой смесь компонентов, получаемых в результате различных технологических процессов: прямой перегонки нефти, каталитического риформинга, каталитического крекинга и гидрокрекинга вакуумного газойля, изомеризации прямогонных фракций, алкилирования, ароматизации термического крекинга, висбрекинга, замедленного коксования [1]. Компонентный состав бензина увязан с его маркой и определяется набором технологических параметров нефтеперерабатывающих заводов. Одной из главных проблем экологической безопасности населения является негативное воздействие автотранспортных средств на окружающую среду и здоровье населения.

Плотность бензинов закономерно увеличивается с добавлением к парафинам углеводородов ароматического ряда. Интервал изменения плотности в этом случае изменяется от 730 кг/м^3 до 760 кг/м^3 [2]. В качестве объекта исследования нами взят автомобильный бензин марки АИ – 95 производства компаний Газпром и Сургутнефтегаз. Плотность автомобильного бензина марки АИ – 95 Газпрома составила 741 кг/м^3 , а бензина той же марки производства Сургутнефтегаз составила 735 кг/м^3 .

Учитывая увеличение плотности бензина с максимальным содержанием углеводородов ароматического ряда по сравнению с плотностью бензина на основе парафиновых углеводородов на 30 кг/м^3 , можно рассчитать содержание ароматических углеводородов в бензинах обоих производителей. Расчет показал, что содержание ароматики в бензине производства Газпром составило 37%, а в бензине производства Сургутнефтегаз составило 17%.

1. Махмудов М. Ж., Хайитов Р. Р., Нарметова Г. Р. Исследование физико-химических свойств автомобильного бензина, полученного из нефтегазоконденсатного сырья // «Молодой учёный», 2014, № 21 (80), С. 181 – 183.

2. Кирсанов Ю. Г., Шишов М. Г., Коняева А. П. анализ нефти и нефтепродуктов, учебно – методическое пособие, 2016, Екатеринбург, изд. Уральского университета, С. 24 – 27.

ПОГЛОЩЕНИЕ АММИАКА МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КАРБОКСИЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ

Перегудов Ю.С., Плотникова С.Е., Горбунова Е.М.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19;
inorganic_033@mail.ru*

Ключевые слова: аммиак, волокно, модифицирование

Актуальными являются вопросы по очистке технологических и вентиляционных газов от аммиака. В качестве сорбента аммиака использовали ионообменное волокно ВИОН КН-1 с функциональными группами –СООН. Волокно переводили в медную, никелевую и цинковую формы статическим методом. В результате чего образцы волокна соответственно окрашивались. Цинковое волокно имело окрашивание характерное для исходной водородной формы. Для изучения сорбции в эксикаторах создавали атмосферы с объемной концентрацией аммиака от 10 до 300 мг/м³. Предельно допустимая концентрация содержания аммиака в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м³. Литературные данные зависимости давления в газовой фазе от массовой доли аммиака в растворе аппроксимировали квадратным уравнением с достоверностью 0,999. В эксикаторы с растворами аммиака, помещали навески волокна массой 0,15 г и выдерживали сутки при температуре 293 °К. После сорбции аммиака на образцах солевых форм, волокна приобретали цвета, характерные для аминок комплексов. Затем десорбировали поглощенный волокном аммиак соляной кислотой с концентрацией 0,1 моль/дм³ при температуре 293 °К. Волокно принимало исходный цвет, что свидетельствовало о разрушении комплексов и переходе в раствор катионов комплексообразователя и лигандов. Концентрацию ионов аммония в растворе определяли с помощью ионоселективного электрода. Из полученных изотерм сорбции видно, что при низких давлениях газа наблюдается резкое поглощение аммиака волокном. Это соответствует заполнению наиболее активных доступных центров модифицированного волокна. Уступок, близких к насыщению, характеризуется заполнением менее доступных активных центров, что требует более высоких давлений. Медная форма поглощает наибольшее количество аммиака. Наименьшее поглощение характерно для водородной формы, что можно объяснить физической адсорбцией и образованием водородных связей молекул аммиака с карбоксильными группами полимерной матрицы волокна.

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ НЕФТЕСОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ГЛАУКОНИТА С МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Нифталиев С.И., Перегудов Ю.С., Межри Р.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19;
inorganic_033@mail.ru*

Ключевые слова: глауконит, модифицирование, сорбция нефти

Для сорбции нефти используют сорбенты в различных видах – порошкообразные, гранулированные, брикетированные, волокнистые, полотна и т.д. Одни виды сорбентов удобнее использовать для сбора нефти с водной поверхности, другие с поверхности почвы. Эти сорбенты должны различаться по своим эксплуатационным характеристикам. Для использования сорбента для очистки водной поверхности необходимо, чтобы он обладал плавучестью. В то время как при разливах нефти на почвах, в таком свойстве сорбента нет необходимости.

Для изготовления гранулированного нефтяного сорбента был выбран глауконит - природный экологичный минерал с фракцией частиц 0,045-0,1 мм. Ранее нами было установлено, что эта фракция обладает лучшими сорбционными свойствами нефти и нефтепродуктов. Для удобства сбора отработанного сорбента с помощью магнитного поля в качестве добавки использовался оксид железа (III). Смесь глауконита с оксидом железа (III) нагревали в электропечи при 400 °С. Затем после охлаждения добавляли целлюлозосодержащий компонент и небольшое количество воды, тщательно перемешивали и продавливали через фильеру с диаметром отверстий 3 мм. Полученные гранулы сорбента размером 0,5-0,8 мм сушили на воздухе. Исследование нефтепоглощающей способности полученного сорбента проводили следующим образом. В чашку Петри наливали нефть объемом 2 см³ и добавляли навеску образца гранулированного сорбента. Установлено, что уже через две минуты наблюдалось полное поглощение нефти сорбентом. В то время как для порошкообразного сорбента требовалось большое время. Кроме того, перевод сорбента из порошкообразного состояния в гранулированное повышает сорбционную емкость по нефти в два раза. Модифицирование сорбента целлюлозосодержащим компонентом позволяет увеличивать его поглощающую способность. Отработанный сорбент собирали с помощью неодимового магнита, степень извлечения нефти составила более 90 %.

КОНКУРИРУЮЩЕЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА(III) В РАЗНОЛИГАНДНОЙ СИСТЕМЕ

¹Попова Т.В., ²Щеглова Н.В., ¹Зинин Д.С.

¹ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет» (ГГТУ), 142611, Россия, г. Орехово-Зуево, ул. Зеленая, д.22
²ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» (МарГУ), 424001 Россия, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д.1
tvpopova45@yandex.ru

Ключевые слова: координационная химия, химия железа, комплексоны.

Фотометрическое определение содержания железа в объектах окружающей среды или примесного железа в лекарственных средствах основано на реакции взаимодействия катионов железа(III) с сульфосалициловой кислотой (ssk, H_2X^-), которая характеризуется высокой скоростью образования окрашенных сульфосалицилатов железа(III) и их фотометрической активностью в видимой области спектра. В то же время отмечается низкая воспроизводимость результатов анализа и противоречивость литературных данных по устойчивости моно- и бис-сульфосалицилатов железа(III) [1-3].

В данной работе изучено состояние сульфосалицилатов железа(III) в присутствии конкурирующего лиганда ряда полиаминопокарбонных кислот (edta, H_4Y или dtpa, H_5Z) в условиях изменяющейся кислотности водных растворов. Установлено, что полиаминопикарбоксилатные хелаты конкурируют по прочности с бис-сульфосалицилатом железа(III), что позволило применить метод конкурирующего иона и рассчитать константы устойчивости неокрашенных edta- и dtpa-хелатов железа(III) по результатам исследования разнолигандной системы в видимой области спектра. В таблице 1 представлены константы устойчивости.

Таблица 1. Константы устойчивости комплексных соединений железа(III)

Уравнения реакций комплексообразования	lg β комплексных частиц	
	Эксперимент	Литература [3]
$Fe^{3+} + 2H_2X^- \leftrightarrow [FeX_2]^{3-} + 4H^+$	27,18±0,03	26,42; 15,76; 20,91; 25,76; 18,22
$[FeX_2]^{3-} + H_2Y^{2-} \leftrightarrow [FeY]^- + 2HX^-$	26,76±0,02	25,16
$[FeX_2]^{3-} + H_4Z \leftrightarrow [FeZ]^{2-} + 2H_2X^-$	27,05±0,02	27,50

При моделировании реакций комплексообразования и расчете констант устойчивости использовали формы ионизации лигандов, доминирующие в оптимальных интервалах pH.

1. Трубачева Л.В., Лоханина С.Ю., Кошечева О.О. Вестник Удм. ун-та, 2010, 1, 67-72.
2. Попова Т.В., Щеглова Н.В. и др. Вестник технолог. ун-та, 2016, 19 (15), 54-57.
3. The IUPAC Stability Constants Database (<http://www.acadsoft.co.uk>).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КАТИОНИТА

Турабджанов С.М., Назиров З.Ш., Понамарёва Т.В., Рахимова Л.С.

Ташкентский Государственный Технический Университет им.
И.Каримова, 100095, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Университет 2,
latofat.2011@mail.ru

Ключевые слова: тяжелые металлы, сорбция, катионит

Получен фосфорнокислый катионит поликонденсационного типа, с целью применения его в производственных водах, содержащих тяжелые металлы, такие как медь, никель, кобальт и др [1]. Производственные сточные воды в большинстве содержат ионы тяжелых металлов со сложной структурой в виде комплексов. В таком случае комплексоны промежуточных ионов легко сорбируются селективными катионитами за счет реакции ионного обмена, реакции комплексобразования и частично за счет образования координационной связи с ионогенными группами катионита. Определены физико-химические свойства катионита в водородной и солевой формах, приведенных в таблице.

Результаты исследований сорбции ионов меди Cu^{2+} фосфорнокислым катионитом из разбавленного медно-аммиачного раствора ($C_{\text{вех}} = 5,49$ г/л)

Наименование показателей	Ед. изм.	Ионная форма фосфорнокислого катионита	
		Н-форма	Na-форма
Внешний вид	-	Зерна неправильной формы черного цвета	
Диаметр зерен	мм	0,25	0,25
Удельный объем	см ³ /Г	6,3	7,5
Насыпной вес	г/см ³	0,18	0,20
Массовая доля влаги	%	14	20
Полная динамическая обменная емкость	моль/м ³	1350	1672
Динамическая обменная емкость до проскока	моль/м ³	775	860
Фактический расход регенерирующего раствора	г/моль	2500	2134
Расход промывной воды	объем	6	8

Испытания показали, что на сорбционных свойствах катионита сказывается концентрация раствора, пропущенного через катионит в динамических условиях. Катионит не теряет сорбционную способность в разбавленных растворах с большим и малым содержанием ионов меди.

1. С.М.Турабджанов, Т.В.Понамарева, Д.А.Юсупова, З.Ш.Назирова, Л.С.Рахимова. Исследование сорбции ионов меди из сточных вод фосфорнокислым катионитом // Химическая безопасность. 2018.Т. 2. № 2, С. 173 – 182. DOI: 10.25514/CHS.2018.2.14115.

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭНЕРГО-РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩЕГОСЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сажин В.Б., Сажин Б.С.

Российский инвестиционно-инновационный Фонд «Научная Перспектива», 129090, Россия, Москва, ул. Щепкина, 22.

Ключевые слова: сушка, установка, промышленность

Сушка – один из наиболее энергозатратных технологических процессов. Среди материалов, подлежащих сушке, номенклатура которых включает сотни тысяч наименований, свыше 80% составляют дисперсные и диспергируемые продукты. Для них оптимальна сушка в эффективных гидродинамических режимах взвешенного слоя, которые являются не только активными (с точки зрения эффективности процесса и соответствия технологической задаче), но и экологичными. Возрастающее применение находят различные варианты закрученных потоков, отличающиеся высокой интенсивностью процесса и позволяющие создавать в аппаратах управляемую гидродинамику. Во многих случаях применение таких аппаратов позволяет совмещать сушку и улавливание пылевой фракции, что отвечает современным требованиям в части снижения техногенной нагрузки и энерго-ресурсосбережения [1-3]. Сложившаяся в 1950-80 годы практика выпуска серийного оборудования для сушки различных дисперсных материалов привела к значительному запасу основной и вспомогательной сушильной аппаратуры, которая вследствие падения производства в целом, зачастую не используется в технологическом цикле отдельных промышленных предприятий. Вместе с тем, авторами разработана (и широко опробована) современная стратегия определения рационального состава промышленных сушильных установок (в частности включающая и аппараты с закрученными потоками) на базе оборудования прежде выпускаемого серийно [1-6].

Стратегия опирается на комплексный анализ материалов как объектов сушки (на базе разработанной авторами принципиально новой классификации материалов как объектов сушки, коррелирующей с наиболее известными, но отличающейся существенно большими прогностическими возможностями). Исследования авторов с сотрудниками позволили разработать целый ряд инженерных методов, обеспечивающих оптимальный выбор гидродинамического режима и реализующих его аппаратов с закрученными потоками, расчет режимно-конструктивных параметров основной и вспомогательной аппаратуры, а

также комплектацию эффективной промышленной сушильной установки. Стратегия доведена до уровня пошаговой инструкции, подразумевает высокую степень вариативности промышленных решений, позволяет использовать имеющиеся единицы (времененно не задействованного на производстве) основного и вспомогательного оборудования. Дает возможность дискриминации альтернативных вариантов при проектировании новых технологических «ниток», а также оценивать эксергетическую эффективность действующего промышленного оборудования [3-6].

Указанная стратегия – результат теоретических и экспериментальных исследований авторов с сотрудниками на протяжении нескольких десятилетий, выполненных в рамках известной ещё в СССР, затем – в РФ и в мире авторитетной научной школы академика Б.С. Сажина (лично подготовившего 186 кандидатов и 45 докторов наук как для России, так и ряда зарубежных стран), защищена сотнями авторских свидетельств и патентов свыше сорока стран мира.

В настоящее время разработанный алгоритм выбора оптимальной промышленной сушилки для любого влажного дисперсного (или диспергируемого) материала (известного или нового) позволяет на основании лишь двух характеристик (критического (минимального) диаметра пор и коэффициента адгезионно-аутогезионного взаимодействия) с использованием авторской классификационной таблицы выбрать оптимальный состав сушильной установки (включающей основную и вспомогательную (питатели-дозаторы, калориферы, воздуходувки, вентиляторы и др.) аппаратуру и рассчитать (по требуемой заказчиком производительности) режимно-конструктивные параметры такой установки. В целом ряде случаев удается подобрать эффективный аппарат буквально за несколько дней, избежав многомесячной процедуры (до 15-20 месяцев) исследований на лабораторных, затем – на пилотных, а далее – полупромышленных аппаратах. Важно подчеркнуть, что рекомендуемые аппараты относятся к распространенным (рабочие чертежи и изготовление вполне доступны).

1. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки. - М.: Наука. 1997. - 448 с.
2. Сажин В.Б. Сажина М.Б. Сушка в закрученных потоках: теория, расчет, технические решения. - М.: РОСЗИТЛП, 2001. - 324 с.
3. V. S. Sazhin and V. B. Sazhin Scientific Principles of Drying Technology /New York -Connecticut-Wallingford (U.K.): Begell House Inc., 2007. - 506 p.
4. Сажин Б.С. Булеков А.П., Сажин В.Б. Эксергетический анализ работы промышленных установок. - М.: МГТУ, 2000. - 297 с.
5. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы термовлажностной обработки дисперсных и рулонных материалов. М.: Химия, 2012. -776 с., ил.
6. Сажин В.Б., Сажин Б.С. Научные основы стратегии выбора эффективного сушильного оборудования. М.: Химия, 2013, 544 с., ил.

**СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СОПОЛИМЕРА
ПОЛИКАПРОАМИДПОЛИГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО 2-[E-(АМИНОФЕНИЛ)ДИАЗЕНИЛ]-4-
МЕТИЛБЕНЗОЛ-1,3,5-ТРИОЛАМИ, СИНТЕЗИРОВАННЫМИ ИЗ
ПРОДУКТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 2,4,6-
ТРИНИТРОТОЛУОЛА (ТРОТИЛА)**

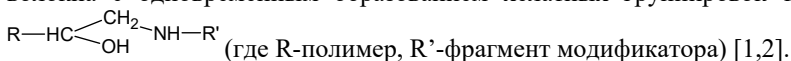
Селезнёв В.С., Кобраков К.И., Исаева Т.А., Кузнецов Д.Н.

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет
им. А.Н. Косыгина (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)», 117997,
г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1; Sinntezz@mail.ru*

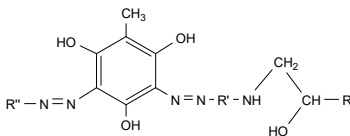
Ключевые слова: сорбционная активность, очистка сточных вод, тяжелые металлы,
2,4,6-тригидрокситолуол

Очистка сточных вод и выбросов различных производств, питьевой и технологической воды, растительных экстрактов и т.п. от ионов тяжелых металлов остается в настоящее время и в перспективе актуальной задачей, решение которой вариативно и зависит от множества различных конкретных условий и факторов.

Описан способ получения эффективных сорбционноактивных волокон прививкой «модификатора» в результате взаимодействия его функциональных групп (чаще всего $-\text{NH}_2$) с эпоксидными группами волокна с одновременным образованием хелатных группировок типа



В настоящей работе показано, что синтезированные и изученные нами новые «модификаторы», содержащие в структуре фрагмент 2,4,6-тригидрокситолуола (ТГТ), придают волокну повышенную сорбционную активность, т.к. содержат дополнительные хелатофорные центры в структуре ТГТ.



Для модифицированных полимеров получены данные по статистической сорбционной емкости по металлу, степени извлечения (R, %), коэффициентам распределения ионов металлов (D) и сделаны выводы по оптимальной структуре «модификатора».

1. Дружинина Т.В., Жигалов И.Б. и др. Хим. волокна, 2004, №5, 34-37.
2. Дружинина Т.В., Кобраков К.И. и др. Хим. технология, 2005, №2, 15-20.

БИКОМПОНЕНТНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА $\text{CeO}_2\text{-SnO}_2$

Симакина Е.А., Либерман Е.Ю.

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, д. 9;
katerinasimakina@mail.ru*

Ключевые слова: катализ, осаждение, каталитические нейтрализаторы, твердые растворы

Актуальной проблемой XXI века является защита окружающей среды от техногенных загрязнений, к числу которых относятся монооксид углерода (70% от всех газовых выбросов) и метан, обладающий значительным парниковым эффектом.

Каталитические системы на основе кристаллической решетки диоксида церия широко применяются в процессах нейтрализации метана, монооксида углерода, сажи и пр. Особый интерес вызывает бикомпонентный комплекс в виде твердого раствора состава $\text{SnO}_2\text{-CeO}_2$. Допирование кристаллической решетки диоксида церия ионами Sn^{4+} приводит к увеличению мобильности кислорода, что значительно повышает каталитические свойства материалов.

Синтез бикомпонентной каталитической системы $\text{SnO}_2\text{-CeO}_2$ проводили методом направленного соосаждения гидроксидов церия и олова (II) в водно-изопропанольной среде с последующим термолизом. 0,25 М растворы нитрата церия и хлорида олова (II) в изопропанол-е смешивали в необходимом соотношении (20% SnO_2). Осаждение проводили концентрированным раствором гидроксида аммония (9,5 М, pH=9-10) направленным капельным методом. Полученный осадок отстаивали в течение 30 мин, фильтровали, промывали дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлорид-ионы. Образовавшейся золь сушили при температуре 80°C в течение 6-8 часов и прокаливали при температуре 550°C в течение 2 часов (скорость подъема температуры составляла 5 °C/мин).

Система $\text{SnO}_2\text{-CeO}_2$, согласно данным ПЭМ-анализа, является нанодисперсным порошком (Рисунок 1) со средним размером частиц 7-20 нм. Среди всех форм частиц преобладают нанокристаллиты округлой пластинчатой формы, характерные для CeO_2 , а также игольчатые частицы олова Sn^{4+} со средним размером 10-12 нм и толщиной 2 нм.

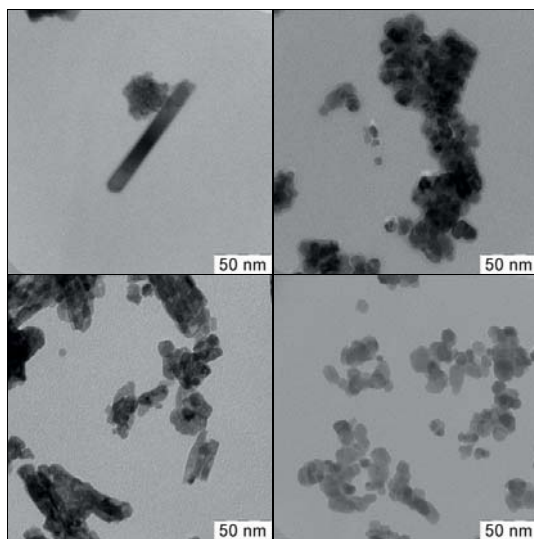


Рисунок 1. ПЭМ-снимки бикомпонентной каталитической системы SnO₂-CeO₂

По данным рентгенофазового анализа, полученная бикомпонентная система, содержащая 15% SnO₂, образует твердые растворы на основе кристаллической решетки диоксида церия, что подтверждается наличием на рентгенограмме пиков, присущих только CeO₂. Содержание элементов (мас.%) в образцах определяли методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) на приборе X-MAXINCA ENERGY (Oxford Instruments, Великобритания) Согласно результатам элементного анализа, проведенного методом ЭДС, соотношение Sn:Ce в синтезированных материалах соответствует заданному условиям эксперимента. Пористую структуру образцов (удельная поверхность ($S_{уд}$), общий объем пор (V_{Σ}) исследовали методом низкотемпературной адсорбции азота на приборе NOVA 1200e (Quantachrome, США). Непосредственно перед измерением образцы массой 0.2 – 0.3 г дегазировали в вакууме при остаточном давлении $P < 10$ мм рт. Ст. при температуре 200 °С в течение 4 ч. Удельную поверхность образцов рассчитывали по уравнению БЭТ, общий объем пор определяли при $P/P_s = 0.95$. Синтезированные материалы обладают мезопористой структурой с удельной площадью поверхности 40-50 м²/г. Система проявляет высокую каталитическую активность в реакции окисления CO и CH₄. Синтезированные бикомпонентные твердые растворы рекомендованы для использования в качестве катализаторов окисления CO и метана или носителей активных частиц благородных металлов.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПИРОЛИЗА ОБОЛОЧЕК ПЛОДОВ ТАМАРИНДА

Со Вин Мьинг, Нистратов А.В., Клушин В.Н.

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
г. Москва, 125047, Миусская пл, 9, Россия
sawwinmyint86@gmail.com*

Ключевые слова: тамагинд, отходы переработки, оболочки плодов, условия пиролиза

Тамаринд (*Tamarindus indica*, Индийский финик) – тропическое дерево высотой до 20 м, принадлежащее к семейству бобовых растений, родиной которого является Восточная Африка, в настоящее время произрастает на территории большинства тропических стран Азии. Его стручковые плоды в виде коричневатых бобов длиной до 20-30 и шириной 2-3 см, наполнены плотными семенами закругленно-квадратной формы, окруженными сочной съедобной волокнистой мякотью, которая у молодого плода зелена и кисла, но по мере его созревания становится пастообразной, окрашенной в коричневые оттенки и кисло-сладкой. Оболочка семян составляет 20-23 % их общей массы [1, 2].

Древесину тамагинда, имеющую насыщенный красный цвет, отличают плотность и прочность, что обуславливает изготовление из нее высококачественных предметов мебели и напольных покрытий.

Мякоть плодов в связи с оригинальностью вкуса широко используют для приготовления специй и соусов, острых блюд, десертов, напитков, закусок, консервантов, сладостей различного вида, а также в целом ряде медицинских целей (наряду с корой и листьями этого дерева).

Переработку урожая и древесины тамагинда сопровождает образование твердых отходов. Использование последних возможно по целому ряду направлений, в частности, с целью получения достаточно дорогостоящей продукции в виде активных углей [3, 4], что потенциально обеспечивает эффективное их вовлечение в материальное производство.

В этой связи в настоящей работе применительно к оболочкам (кожуре) плодов тамагинда, составляющим существенные массы при получении из плодов этой культуры названной продукции в условиях Мьянмы, представлены результаты изучения их пиролиза, ориентированного на производство названных адсорбентов, крайне необходимых для решения многочисленных задач (в частности, природоохранного профиля) экономики страны.

Рациональная область температурного воздействия на это сырье оценена по результатам его термографического исследования в защитной атмосфере.

Авторами выполнена оценка тенденции влияния интенсивности нагревания, температуры и длительности изотермической выдержки при ней на выход, пористую структуру и поглощательную способность целевых продуктов пиролиза кожуры плодов тамаринда в виде показателей их суммарной пористости по воде (V_{Σ}), объемов сорбирующих пор (V_s) по парам H_2O , CCl_4 и C_6H_6 , величин поглощения йода (J_2) и красителя метиленового голубого (МГ).

При изучении влияния уровня конечной температуры пиролиза указанного сырья (в пределах 350-500 °С) констатировано, что минимальная из этих температур обеспечивает наиболее рациональное сочетание выхода целевого продукта и величин названных его технических характеристик. Такие же сочетания дают показатели интенсивности нагревания 10 °С/мин (при их исследованном интервале от 5 до 20 °С/мин) и длительности изотермической выдержки полученного карбонизата 80 мин (в исследованных ее границах от 0 до 180 мин).

Представленная информация позволяет констатировать, что наиболее рациональные условия пиролиза названных отходов представляют интенсивность нагревания 10 °С/мин до 350 °С и длительность выдержки при этой температуре 60 мин. Полученный в этих условиях целевой продукт имеет показатели, характеризующиеся величинами выхода, составляющими около 50 % (выход), 0,8 см³/г (V_{Σ}), 0,2 см³/г (V_{SH_2O}), 0,08 см³/г (V_{SCCl_4}), 0,05 см³/г ($V_{SC_6H_6}$), 440 мг/г (J_2) и 360 мг/г (МГ).

1. Тамаринд [Электронный ресурс], режим доступа: <https://fb.ru/article/171447/tamarind-chto-eto-takoe-poleznye-svoystva-tamarinda> (дата обращения 16.04.2019).

2. Healthline Journal. Tamarind [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.healthline.com/nutrition/tamarind> (дата обращения 20.07.2019).

3. Characterization and Properties of Activated Carbon Prepared from Tamarind Seeds by KOH Activation for FeIII Adsorption from Aqueous Solution [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/284797259> (дата обращения 09.09.2015).

4. Sahu J.N., Acharya Jyotikusum, Sahoo B.K., Meikap B.C. Optimization of lead (II) sorption potential using developed activated carbon from tamarind wood with chemical activation by zinc chloride // Desalination and Water Treatment, 2016, Vol. 57, No. 57, Issue 5, pp. 2006-2017.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОИЗРАСТАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ О. ЗАКУРЬЕ Г. ЧУСОВОГО

Соловьев А.Д.

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
solovev_s92@mail.ru*

Ключевые слова: тяжелые металлы, лекарственные растения, биоаккумуляция

На сегодняшний день в связи с дороговизной лекарств и низким уровнем жизни многие жители России используют для лечения и профилактики заболеваний дикорастущие лекарственные растения (ЛР) местной флоры. Однако при их сборе необходимо учесть, что качество лекарственного растительного сырья (ЛРС) напрямую связано с качеством среды обитания [1].

Целью исследований явилось изучение влияния комплекса экологических условий на произрастание лекарственных растений на территории о. Закурье Чусовского муниципального района Пермского края. Северная часть острова граничит с территорией Чусовского металлургического завода. Территория острова, в зависимости от интенсивности действия антропогенных факторов, была разделена на три зоны: I – «Завод» (северо-восточная и северная часть), II – «Деревня» (центральная часть), III – «Мост» (юго-западная и южная часть).

Отбор проб воды на гидрохимический анализ производили из р. Чусовая у северного и южного берегов о. Закурье. Были исследованы поверхностные (0,1 м) и глубинные (0,3 м, взвесь с перифитоном) пробы. Пробы почвы отбирали методом конверта на трех участках (I, II, III).

По данным анализа воды кислотность среды, общая минерализация, содержание ионов железа и нитрат-ионов не превышают ПДК [2] при этом показатели на разных пробоотборных точках практически одинаковы. В то же время значения удельной электрической проводимости (УЭП) и содержание фосфатов в поверхностных водах превышают нормативные в 7 и 2 раза, а в пробах с фитоперифитоном – в 5 и 10 раз соответственно.

Анализ почв выявил большую загрязненность участка II в сравнении с I и III. Содержание меди в районе I превышает ПДК [3] в 40 раз, II – 54 раза, III – 27 раз.

Для получения достоверной информации о влиянии экологических условий на ЛР, произрастающие на о. Закурье, провели анализ

растительного сырья, произрастающего в каждой из выделенных зон. Сбор ЛРС проводили методом челнока (I, II, III) [4]. Анализировали наземные части лекарственного растительного сырья: тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.). Во всех образцах ЛРС, собранного на территории исследований, наблюдается превышение содержания тяжелых металлов. Количество железа в тканях растений не определено нормами [5], однако его содержание в образцах растений значительно, особенно в сырье тысячелистника обыкновенного. Концентрация меди в наземной части исследуемых растений на всех участках о. Закурье превышает ПДК в 5-6 раз. Значительное превышение концентрации цинка также отмечено во всех образцах (в 7-9 раз). Распределение никеля неравномерно, его содержание превышено в 7-30 раз. Превышение содержания хрома обнаружено в образцах растений, произрастающих в зоне III «Мост» (для образцов пижмы – в 24,5 раза, тысячелистника обыкновенного – в 16-40 раз). Основным фитотоксикантом среди анализируемых нами элементов является свинец, не проявляющий биогенности, но отличающийся высокой токсичностью и темпами накопления в среде. В образцах пижмы, отобранных в районе II «Деревня», содержание свинца превышено в 10 раз, в образцах тысячелистника – в 2 раза в районе III «Мост», в 4 раза в районе I «Завод».

На основе исследования можно заключить, что значительное превышение содержания ТМ в образцах ЛРС на всей территории острова связано с высоким уровнем содержания подвижных соединений тяжёлых металлов в почве и водах в результате сброса сточных вод и стоком фильтратов со шлаковых отвалов АО «ЧМЗ» в реку Чусовую. Вследствие этого территория острова является неблагоприятной для возделывания сельскохозяйственных культур и сбора растений.

1. Безель В.С., Мухачева С.В., Трубина М.Р., Пищулин П.Г., Воробейчик Е.Л. Продукция природных экосистем в пищевых рационах населения Свердловской области // Аграрный вестн. Урала. 2010. №6 С. 61-65.

2. СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы (посл. изм. от 25.09.2014)

3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

4. Вопросы рационального использования и сырьевая база лекарственных растений России: Учебное пособие по фармакогнозии / Левинова В.Ф., Иванова Г.А., Хлебников А.В. и др.; Под ред. Олешко Г.И. – 2-е изд. (стереотипное). – Пермь. – 2006. – 172с.

5. СанПиН 42-123-4089-86. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ И ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА (III) И АЛЮМИНИЯ (III)

Тхан Зо Хтай, Хейн Тху Аунг, Колесников А.В.

*ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва», 125480, Россия, Москва,
ул. Героев Панфиловцев, д. 20
thanzawhtay20191993@gmail.com*

Ключевые слова: очистка сточных вод, гидроксиды железа и алюминия, ионы кальция, поверхностно-активные вещества (ПАВ), природа ПАВ.

Гальванохимические производства являются серьезным источником загрязнений окружающей среды, так как сточные воды таких предприятий помимо большого количества сульфат-, хлорид- и фосфат-ионов содержат ионы цветных и тяжелых металлов, а также красители и смывки [1, 2].

Сточные воды гальванического производства содержат большое количество тяжёлых и цветных металлов (Cu, Ni, Zn, Al, Fe), которые присутствуют в виде растворимых солей (хлориды, нитраты, сульфаты), минеральных кислот (H_2SO_4 , HCl) (pH=4-5), солей жесткости и характеризуются присутствием ПАВ, а так же растворимых органических соединений, применяемых как в составе электролитов для нанесения покрытий, так и в составе технологических растворов, используемых для предварительной подготовки поверхности[3, 4].

В качестве решения такой проблемы можно предложить метод электрофлотации, являющимся одним из перспективных методов очистки сточных вод от примесей взвешенных веществ, тяжелых металлов и органических соединений. К достоинствам метода можно отнести высокую степень очистки, возможность автоматизации процесса и отсутствие вторичного загрязнения воды.

В таблице 1 приведены данные по влиянию ионов Ca^{2+} на кинетику электрофлотационного процесса извлечения $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$ в присутствии ПАВ.

Таблица 1. Влияние ионов кальция на извлечение гидроксида железа (III) и алюминия (III) в присутствии поверхностно-активных веществ различной природы.

Время, мин	α , % $\text{Fe}(\text{OH})_3$				
	Без Ca^{2+} и Без ПАВ	Ca^{2+} + Без добавок ПАВ	Ca^{2+} + Катионный ПАВ	Ca^{2+} + Анионный ПАВ	Ca^{2+} + Неионогенный ПАВ
5	73	24	30	44	60
10	82	36	52	73	76
20	94	49	65	89	96
α , % $\text{Al}(\text{OH})_3$					
5	75	17	65	80	72
10	80	18	80	82	80
20	92	23	92	92	93

Примечание: условия экспериментов: $\text{Fe}^{3+}=100$ мг/л; $\text{Al}^{3+}=100$ мг/л; $\text{Ca}^{2+}=0,5$ г/л; $\text{NaCl}=1$ г/л; ПАВ = 5 мг/л; $i_v=0,4$ А/л

Отмечено, что введение ионов кальция негативно сказывается на процессах электрофлотации. Степень извлечения $\text{Fe}(\text{OH})_3$ снижается до 49%, а для $\text{Al}(\text{OH})_3$ до 23%.

Указанный негативный эффект можно устранить введением в систему анионного ПАВ. Степень извлечения $\text{Al}(\text{OH})_3$ возрастает до 92%, а $\text{Fe}(\text{OH})_3$ до 96%. Данное техническое решение находится в стадии патентования.

1. Kolesnikov A.V., Achkasov M.G., Kandelaki G.I. Raising the efficiency of electroflotation extraction of metals in multicomponent systems from aqueous media. // Russian Journal of Applied Chemistry. 2018. Vol. 91, № 6. P. 915–919.

2. Kolesnikov V.A., Il'in V.I., Brodskiy V.A., Kolesnikov A.V. Electroflotation during wastewater treatment and extraction of valuable compounds from liquid technogenic waste. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2017. Vol. 51, № 4. P. 369–383.

3. Тхан Зо Хтай, Масляникова Д.В., Хейн Т, А, Колесников В. А., Влияние ионов магния, кальция и бария на электрофлотационный процесс извлечения гидроксидов железа (III). // Вода: химия и экология. 2019. № 10-12. С. 80-85.

4. Колесников А.В., Милютина А.Д., Воробьева О.И., Колесников В.А. Исследование электрофлотационного процесса извлечения поверхностно-активных веществ, ионов железа (II, III) и углеродных наноматериалов из водных растворов // Химическая промышленность сегодня. // 2016, №.5, С.33.

РОЛЬ ФОНОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ СМЕСИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Хейн Тху Аунг

*ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им.
Д.И. Менделеева, Москва», 125480, Россия, Москва,
ул. Героев Панфиловцев, д. 20
spiritlay@yandex.ru*

Ключевые слова: очистка сточных вод; электрофлотация, железо, никель, цинк, кобальт и медь.

В промышленных сточных водах содержатся значительное количество загрязняющих веществ, многие из которых не поддаются извлечению на обычных установках по очистке воды. В связи с этим, были разработаны методы эффективного разделения твёрдой и жидкой фазы. Одним из таких методов является электрофлотация, которая всё чаще находит применение в технологиях очистки сточных вод, позволяя извлекать взвешенные соединения тяжелых, цветных металлов и эмульсий органических веществ. Электрофлотационный (ЭФ) метод исключает вторичное загрязнение воды, что позволяет эффективно использовать его в локальных системах водоочистки. Его главные преимущества - высокая скорость электрофлотационного процесса и интенсивное выделение дисперсной фазы в пенный продукт.

Извлечение загрязнения происходит путём «прилипания» коллоидных частиц к пузырькам газа H_2 и O_2 , всплывание которых обеспечивает высокую эффективность удаления загрязнения [1].

Очистка модельных сточных вод осуществлялась методом электрофлотации с использованием непроточной лабораторной установки по методике, описанной в литературе [2, 3]. Концентрацию ионов металлов определяли атомно-адсорбционным методом в ЦКП им. Д.М. Менделеева.

Целью представленной работы является изучение основных закономерностей процесса электрофлотационного извлечения смеси труднорастворимых соединений тяжелых и цветных металлов в различных фоновых электролитах: $NaCl$, Na_3PO_4 , Na_2CO_3 . В таблице 1 представлено влияние природы фонового электролита на кинетику электрофлотационного извлечения смеси исследуемых гидроксидов.

Таблица 1. Влияние природы электролита на степень электрофлотационного извлечения смеси гидроксидов тяжелых и цветных металлов

Электролиты	Время, мин	Степень извлечения, α , %				
		Fe	Ni	Zn	Co	Cu
NaCl	5	92	89	92	95	94
	10	94	91	95	98	96
	20	96	95	96	99	98
Na ₃ PO ₄	5	7	10	1	1	1
	10	11	28	3	2	3
	20	17	37	4	4	6
Na ₂ CO ₃	5	93	77	93	96	87
	10	94	84	95	97	94
	20	96	90	97	99	96

Условия эксперимента: Fe⁺², Ni⁺², Zn⁺², Co⁺², Cu⁺² - 20 мг/л, Σ Me 100 мг/л; с (фонового электролита) – 1 г/л; pH = 10; J_v = 0.4 А/л

Исследования показывают принципиальную возможность и высокую эффективность процесса электрофлотационного извлечения смеси труднорастворимых соединений железа, никеля, меди, цинка и кобальта в виде гидроксидов.

Установлено, что наибольшая эффективность извлечения (95 – 99%) достигнута в условиях хлоридного фонового электролита, что объясняется извлечением смеси гидроксидов.

В фосфатном фоне указанные металлы присутствуют в виде фосфатов, низкая эффективность извлечения которых обусловлена их маленьким размером (5 – 10 мкм) и высоким отрицательным электрокинетическим потенциалом (-35 мВ - 40 мВ).

В карбонатном фоне протекают процессы гидролиза, труднорастворимых соединений, которые так же ухудшают процессы электрофлотация извлечения.

1. Колесников А.В., Кузнецов В.В., Колесников В.А., Капустин Ю.И. Роль поверхностно активных веществ в электрофлотационном процессе извлечения гидроксидов и фосфатов меди, никеля и цинка // Теоретические основы хим. технологии 2015. Т. 56. № 1. С. 3-11.

2. Хейн Т.А., Колесников В.А. Влияние природы ПАВ и флокулянта на электрофлотационный процесс извлечения смеси гидроксидов цветных металлов из сточных вод гальванохимических производств // Гальванотехника и обработка поверхности. 2018. Т.16. № 4. С. 51-57.

3. Аунг Пьяе, Хейн Т.А., Колесников А.В. Влияние композиции фосфатирования Decordal на электрофлотационное извлечение труднорастворимых соединений Cu, Ni, Zn, Co, Fe, Al из промывных и сточных вод // Гальванотехника и обработка поверхности. 2019. Т. 27. № 2. С. 31-39.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Шмидова Д.Е.

*ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» (Московский Политех), 107023, Россия, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38
madam.shmidova@yandex.ru*

Ключевые слова: угольная отрасль, производственный травматизм, аварийность.

Одной из самых опасных отраслей с точки зрения травматизма работников на производстве является угольная отрасль. Основное количество аварий приходится на угольные шахты, где происходят взрывы горючего газа и угольной пыли, пожары от самовозгорания угля и от внешних источников тепла, обрушения горных пород, внезапные выбросы горных пород и газа.

В ходе исследования выявлены основные причины травматизма и аварийности в угольной отрасли: нарушение требований норм безопасности и документации на ведение работ, неисполнение должностных инструкций, недостаточная квалификация инженерно-технического персонала, рабочих кадров предприятий угольной отрасли, неудовлетворительное состояние рабочих мест и организации ведения технологических процессов угольного производства.

На современном этапе квалификация персонала, инновационность технологий обеспечения безопасности, своевременность и качество принимаемых мер, имеют решающее значение.

Результаты исследования показали: для снижения уровня риска возникновения на угольных предприятиях аварий, травматизма следует постоянно увеличивать объемы мероприятий по обеспечению безопасности.

Важные условия безопасного пребывания людей в шахте: наличие защитной каски, спецодежды и спецобуви, соответствующих условиям работы, знание, выполнение и соблюдение правил личного поведения, а также умение быстро ориентироваться и действовать при возникновении аварий и аварийных ситуаций - прекращении подачи электроэнергии и остановке вентиляторов, выделении больше нормы метана, углекислого и других вредных и ядовитых газов или образовании "мертвого" воздуха в горных выработках, при подземных пожарах, внезапных выбросах угля и газа, обрушениях, прорывах воды и глины, взрывах метана и угольной пыли.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ $Al(OH)_2Cl$ – ПАВ

Щербакова Г.А., Колесников А.В.

*Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д.9
gala.sherbakowa@gmail.com*

Ключевые слова: электрофлотация, очистка воды, коагулянт

Среди методов очистки можно выделить электрофлотационный процесс, который обладает рядом достоинств, по сравнению с другими процессами. Данный метод является относительно дешевым, экологически безопасным, не требует больших затрат энергии. [1, 2]

Одним из способов интенсификации процесса электрофлотации является применение коагулянтов, в частности солей алюминия и железа.

В работе в качестве коагулянта был исследован полиоксихлорид алюминия, образующий устойчивые соединения с различными неорганическими и органическими веществами.

Таблица 1. Влияние природы ПАВ на степень электрофлотационного извлечения полиоксихлорида алюминия, %

Система	Степень извлечения $Al(OH)_2Cl$, %	
	Na_2SO_4	$NaCl$
Без добавок	63	90
СептаПАВ	12	88
NaDDS	97	93
ПЭО 500	7	89

Условия эксперимента: $c(Al^{+3})$ - 50 мг/л, $c(\text{электролита})$ - 1г/л, $c(\text{ПАВ})$ = 5 мг/л, J_v - 0.4 А/л, τ - 20мин, pH = 7. (Степень извлечения при последующей фильтрации - 97%)

Установлено, что наличие анионного ПАВ - NaDDS в сульфатной системе увеличивает степень электрофлотационного извлечения $Al(OH)_2Cl$ до 97% спустя 20 минут процесса. Данное техническое решение находится в стадии патентования.

1. Электрофлотация в очистке сточных вод от нефтепродуктов, красителей, ПАВ, лигандов и биологических загрязнений. Обзор Колесников В.А., Колесников А.В., Ильин В.И. в журнале Теоретические основы химической технологии ISSN: 0040-3571, том 53, № 2, с. 205-228 DOI

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ «ОУ-Б» ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ (III)

Щербакова Л.А., Колесников А.В., Колесников В.А.

*Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д.9
lara.sherbakova@gmail.com*

Ключевые слова: электрофлотация, очистка воды, коагулянт, поверхностно-активные вещества

Применение порошкообразных активированных углей (ПАУ) в качестве сорбента позволяет достичь требуемой степени очистки сточных вод промышленных производств от органических и неорганических загрязнителей. Размер частиц порошкообразных углей обладает небольшим радиусом (5 – 7 мкм), поэтому извлечь дисперсную фазу при помощи классических методов малоэффективно. Актуальной научной задачей является поиск условий эффективного извлечения углей. В качестве альтернативного способа предложен метод электрофлотации. Целью работы являлось определение эффективности и интенсивности электрофлотационного извлечения порошкообразного активированного угля марки ОУ-Б в присутствии коагулянта $Al(OH)_3$ и ПАВ различной природы.

Таблица 1 – Зависимость кинетики извлечения активированного угля ОУ-Б от концентрации коагулянта $Al(OH)_3$ при добавлении ПАВ (NaDDS) и фонового электролита NaCl

t, мин	Степень извлечения активированного угля ОУ-Б $\alpha_{эф}$, %				
	без коагулянта	10 мг/л	20 мг/л	30 мг/л	40 мг/л
5	14	6	7	76	17
10	16	8	9	94	31
20	18	11	10	82	46
30	21	18	12	81	53

Условия эксп-та: pH = 7; $i_v = 0,2$ А/дм²; $\Delta m_{OU-B} = 100$ мг; $C_{ПАВ} = 5$ мг/л; $C_{фон} = 1$ г/л

Таким образом, было установлено, что в присутствии ПАВ и фонового электролита при добавлении коагулянта с концентрацией 30 мг/л удается достичь высокой степени извлечения угля ОУ-Б (94 %).

1. Kolesnikov A.V., Milyutina A.D., Desyatov A.V., Kolesnikov V.A. Electroflotation recovery of highly dispersed carbon materials from aqueous solutions of electrolyte. журнал Separation and Purification Technology, 2019 – том 209, с. 73-78.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ященко Н.Н., Житарь С.В.

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, г. Чебоксары, пр. Московский, 15
n.yashenko.n@mail.ru*

Ключевые слова: нефтепродукты, сточные воды, флуориметрический анализ.

Рост и интенсификация всех отраслей промышленности приводит к значительному загрязнению среды обитания человека. Большую опасность для окружающей среды представляют нефтепродукты. Для их определения наиболее распространенным является спектрофотометрический метод, основанный на избирательном поглощении света при длине волны 270 нм. Как показали экспериментальные данные, при определении малых концентраций нефтепродуктов, в интервале от 0,01–0,2 мг/л, оптическая плотность растворов $A < 0,2$, что сказывается на результатах и увеличивает ошибку определения. Таким образом, спектрофотометрический метод не может быть использован для анализа проб питьевой воды и ливневых стоков, в которых ПДК составляет 0,1 и 0,05 мг/л соответственно.

Наиболее перспективным и более чувствительным способом определения нефтепродуктов является флуориметрический метод, основанный на измерении интенсивности излучения при $\lambda=300$ нм, возникающего в результате поглощения УФ света с $\lambda=225$ нм. Установлено, что линейная зависимость интенсивности люминесцентного свечения наблюдается в интервале концентрации до 1 мг/л. Дальнейшее увеличение концентрации нефтепродуктов приводит к концентрационному гашению люминесценции, поэтому при анализе сточных вод с большим содержанием нефтепродуктов пробы предварительно разбавляли. Как показали экспериментальные данные, расхождение результатов флуориметрического и спектрофотометрического методов определения нефтепродуктов в объектах окружающей среды не значительно. Однако следует отметить, что при определении низких концентраций нефтепродуктов в ливневых стоках и питьевой воде (до 0,2 мг/л) флуориметрический метод более точный ($S_r < 1$ %), для спектрофотометрии $S_r > 5$ %. Таким образом, флуориметрический метод более чувствительный и экспрессный, что очень важно для проведения серийных анализов в условиях заводской лаборатории.

СЕКЦИЯ 3
Обращение с отходами

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДОРОЖНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Атантай А.К., Кунашева З.Х., Мусаева А.Ж.

*РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский Государственный университет
имени М. Утемисова»,
090000, Казахстан, г. Уральск, пр. Н.Назарбаева, 121;
atantay.anelva@mail.ru*

Ключевые слова: производственные отходы, переработка, буровой шлам, малоотходные технологии, песчано-гравийная смесь, вяжущие, безопасный продукт, органоминеральная смесь

Переработка промышленных отходов - актуальная проблема современного мира. Большое количество вредных веществ вырабатывается в результате промышленной деятельности предприятий и заводов. Доля опасных отходов составляет примерно 15% от общего числа отходов производства. Но их вредные свойства даже при малом количестве могут нанести серьезный вред здоровью людей и природной среде в целом. Этот факт вынуждает разрабатывать качественные способы переработки. Основными методами переработки отходов являются: захоронение, сжигание, вторичная переработка.

На сегодняшний день самым популярным методом избавления от твердых промышленных отходов является захоронение. Оно производится на специально оборудованных полигонах. На территории полигона, как правило, находится завод, занимающийся обезвреживанием вредных отходов. Нейтрализация на заводе производится путем сжигания и химической переработки, при этом результатом может быть полное обезвреживание или уменьшение токсичности. В нем находится цех для термохимического и физико-химического обезвреживания [1].

Многие материалы и отходы, связанные с буровой деятельностью, могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Потенциальное воздействие зависит в первую очередь от материала, его концентрации после высвобождения из биотического сообщества, которое подвергается воздействию. Некоторые экологические риски могут быть значительными, в то время как другие - очень низкими. Основными факторами, вызывающими серьезную озабоченность, являются загрязнение водных объектов, загрязнение земель, а также загрязнение воздуха. Неправильное удаление загрязненного бурового шлама в водные объекты (океан) подвергает опасности морскую флору и

фауну. Сформировавшаяся к настоящему времени система государственного регулирования обращения с отходами и соответственно законодательство в этой области имеют преимущественно природоохранный характер.

Предлагаемый способ переработки производственного отхода, а именно бурового шлама заключается в переводе его в неопасный продукт – грунтовую смесь для дорожно-строительных материалов. При разработке технологии и ее практическом апробировании использовался смешанный буровой шлам, отобранный на скважинах месторождения. В качестве компонентов для переработки бурового шлама (приготовления грунта) рекомендуется использовать: - природный песок или песчано-гравийную смесь, щебень, портландцемент, и различного рода модификаторы [2].

Грунт техногенный (органоминеральная смесь), произведенный с использованием бурового шлама, представляет собой дисперсный грунт, образованный в результате перемешивания компонентов природного антропогенного происхождения, измененный физико-химическими процессами. Грунт техногенный по характеристикам и свойствам должен относиться к классу техногенных дисперсных грунтов в соответствии с классификацией по ГОСТ 25100- 2011 «Грунты. Классификация».

Для использования грунта техногенного в качестве дорожно-строительного материала его характеристики (прочность на сжатие, предел прочности при изгибе водонасыщенных грунтов, морозостойкость) должны соответствовать грунтам, обработанным неорганическими вяжущими материалами по ГОСТ – 94 «Смеси щебеночно-гравийно песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия». В результате реализации предложенного способа использования бурового шлама для производства грунта, буровой шлам имевший класс опасности, превращен в безопасный продукт – грунт техногенный (органоминеральная смесь) [3].

1. Н. А. Миронов, И.Р. Усманов, Электронный журнал Cloud of science, 2013, №2.

2. <https://vtorothodi.ru/pererabotka/promyishlennyye-othodyi-i-problemyi-ih-pererabotki>

3. В. В. Девяткин, Предложения по совершенствованию законодательства в области обращения с отходами как вторичными материальными ресурсами, ФГУ, НИЦПУРО.

МОДИФИКАЦИЯ ДОРОЖНОГО БИТУМА ОТХОДАМИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ахметзанова Р.Н., Федотова Н.А., Емельянычева Е.А.,
Абдуллин А.И.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», г. Казань, К. Маркса, 68; hg7@mail.ru*

Ключевые слова: битум, нефтешлам, кратон, сэвилен, битумное вяжущее

Одной из основных проблем нефтяной промышленности нашей страны является большое количество уже существующих и возникающих вновь нефтесодержащих отходов, которые вносят значительный вклад в загрязнение экосистем. Нефтяные шламы образуются на всех этапах добычи, транспортировки и переработки нефти, при очистке сточных вод, чистке резервуаров и другого оборудования. Актуальной задачей на сегодняшний день является поиск возможных путей утилизации данного рода отходов [1].

Перспективным является изучение возможности применения нефтешлама в качестве модификатора нефтяного дорожного битума, что позволит не только сократить объемы неиспользуемых промышленных отходов, но и снизить себестоимость производства модифицированного битумного вяжущего [2].

В работе была исследована возможность одновременной модификации битумного вяжущего марки 50/70 нефтешламом с такими полимерами как сополимер этилена с винилацетатом (Сэвилен) и блок-сополимер на основе стирола и бутадиена (Кратон), основные характеристики полученных образцов представлены в Таблице 1.

Согласно полученным данным, увеличение температуры размягчения образцов происходит с повышением концентрации полимера в битумной композиции, однако по достижении критической концентрации структурообразования наблюдается пик температуры размягчения вследствие насыщения смеси полимером, дальнейшее увеличение концентрации полимера приводит к перенасыщению битума и происходит спад показателя теплостойкости битума. Значение пенетрации при 25 °С у всех образцов ниже, чем у исходного битумного вяжущего, вследствие повышения консистенции битумной композиции.

У одного образца с содержанием нефтешлама 1,0% и Сэвилена 1,0% и у всех образцов с использованием полимера Кратон при комплексной модификации битумного вяжущего наблюдается незначительное улучшение показателя растяжимости при 0 °С по сравнению с исходным битумом, в то время, как только у одного образца с содержанием

нефтешлама 1,0% и полимера Кратон 1,0% наблюдается улучшение дуктильности при 25 °С. Ухудшение показателя растяжимости битума происходит в результате повышения вязкости битумной системы. Повышение эластичности полученных образцов при 0 °С и 25 °С по сравнению с исходным битумом наблюдается только у образцов, в состав которых входит блок-сополимер на основе стирола и бутадиена (Кратон), что можно объяснить образованием пространственной эластичной структурной сетки полимера в битуме.

Таблица 1 – Основные характеристики исходного битума и полученных образцов битумного вяжущего

Показатель	Исходный БНД 50/70	Содержание комплексной добавки в образце, % мас.					
		1,0 нефтешлама + 1,0 Сэвиле на	1,0 нефтешлама + 2,0 Сэвиле на	2,5 нефтешлама + 1,0 Сэвиле на	1,0 нефтешлама + 1,0 Кратона	1,0 нефтешлама + 2,0 Кратона	2,5 нефтешлама + 1,0 Кратона
Температура размягчения по КиШ, °С	59,35	65,10	66,90	65,60	66,80	69,80	68,15
Пенетрация при 0°С, 0,1 мм	12,50	22,40	30,80	31,0	22,0	22,50	22,0
Пенетрация при 25°С, 0,1 мм	40,0	35,40	33,40	34,0	31,40	26,0	27,20
Дуктильность при 0°С, см	7,60	9,70	6,0	5,90	9,50	9,50	8,50
Дуктильность при 25°С, см	24,0	23,0	11,0	12,0	27,50	19,0	20,50
Эластичность при 0°С, %	21,05	11,30	10,43	13,50	24,50	38,90	29,40
Эластичность при 25°С, %	33,30	30,0	18,20	20,80	48,36	62,60	56,10

Исходя из полученных данных наиболее оптимальным является применение совместно с нефтешламом полимера Кратон при комплексной модификации битумного вяжущего, однако полученные образцы соответствуют требованиям ГОСТ Р 52056-2003 не по всем показателям качества, вследствие чего следует продолжить изучение влияния нефтешлама и полимера Кратон на свойства других марок битума.

1. Коршунова Т.Ю. Нефтешламы: состояние проблемы в Российской Федерации и методы снижения их отрицательного воздействия на окружающую среду/ Т.Ю. Коршунова, О.Н. Логинов // Экобиотех. - 2019. - №1, Т.2. – С. 75-85.

2. Ахметзанова Р.Н. Технология производства нефтяных дорожных битумов, модифицированных нефтешламом и СБС-полимером / Р.Н. Ахметзанова, Н.А. Федотова, Е.А. Емельянычева, Р.Р. Бикмуллина, А.И. Абдуллин // Вестник технологического университета. – 2019. - №12, Т.22. - С. 88-93.

УТИЛИЗАЦИЯ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В БИТУМНЫХ ДОРОЖНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

**Ахметзанова Р.Н., Федотова Н.А., Емельянычева Е.А.,
Абдуллин А.И.**

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», г. Казань, К. Маркса, 68; hg7@mail.ru*

Ключевые слова: битум, резиновая крошка, модификация, битумное вяжущее

Применение резиновой крошки, получаемой переработкой изношенных автомобильных шин и других отходов резины, как модификатора нефтяного битума, является перспективным, экономически и экологически полезным направлением модификации битума, так как ежегодный объем подобных отходов составляет миллионы тонн, что вызывает необходимость их утилизации [1].

Объектом исследования является битум нефтяной дорожный марки 50/70 производства ОАО «ТАИФ-НК», который был модифицирован резиновой крошкой. Основные свойства БНД 50/70 и полученных образцов битума с введенной мелкодисперсной резиновой крошкой представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные свойства исходного битума и образцов битумного вяжущего

Показатель	Исходный БНД 50/70	Содержание добавки в образце, % мас.		
		3,0	5,0	7,0
Температура размягчения по КиШ, °С	58,50	60,85	62,50	63,95
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-24,80	-17,6	-19,2	-20,5
Пенетрация при 0°С, 0,1 мм	31,0	24,0	22,3	20,0
Пенетрация при 25°С, 0,1 мм	50,0	38,0	31,3	39,0
Дуктильность при 0°С, см	10,40	6,6	6,2	6,8
Дуктильность при 25°С, см	30,70	13,5	11,5	14,8
Эластичность при 0°С, %	5,70	10,60	1,64	4,40
Эластичность при 25°С, %	18,60	20,70	10,43	20,90

В соответствии с полученными результатами, наивысшее значение температуры размягчения битумного вяжущего было отмечено у образца с количеством добавки 7,0%, однако и у всех остальных образцов температура размягчения выше, чем у исходного битума. У всех образцов наблюдается повышение температуры хрупкости по сравнению с исходным битумом, таким образом введение в битум резиновой

крошки расширяет диапазон вязко-пластичного состояния только за счет повышения теплостойкости.

Показатель пенетрации при 25 °С и при 0 °С не выше показателя исходного битума ни у одного образца. Данный показатель снижается по мере роста содержания модифицирующей добавки в вяжущем.

Исходя из полученных данных, дуктильность при 0 °С не превышает показатель исходного битума, также, как и дуктильность при 25 °С. Оба этих показателя снижаются при введении добавки.

Наблюдается повышение показателя эластичности при 0 °С по сравнению с исходным битумом при 3,0% добавки. Также отмечено повышение эластичности при 25 °С у двух образцов с 3,0% и 7,0% модифицирующей добавки.

Также было проведено определение адгезии методом «пассивное сцепление» у двух выбранных образцов битумного вяжущего. Полученные данные приведены в таблице 2. Выбранные образцы битумного вяжущего прошли испытание на сцепление с минеральным материалом, при этом соответствующие контрольному образцу как у исходного битума.

Таблица 2 – Адгезия образцов битумного вяжущего

Образец	Значение
Исходный БНД 50/70	Соответствует контрольному образцу №2, то есть не менее ¾ покрытия поверхности минерального материала
БНД 50/70 + 3,0% мас. резиновой крошки	Соответствует контрольному образцу №2, то есть не менее ¾ покрытия поверхности минерального материала
БНД 50/70 + 7,0% мас. резиновой крошки	Соответствует контрольному образцу №2, то есть не менее ¾ покрытия поверхности минерального материала

На основании полученных данных, наиболее оптимальным является применение резиновой крошки в количестве 3,0% и 7,0% мас. Модификация нефтяного битума резиновой крошкой повышает температуру размягчения, резко снижает растяжимость битумного вяжущего, снижает пенетрацию, что приводит к изменению марки исходного битума на одну позицию. При модификации битумного вяжущего резиновой крошкой для получения определенной марки битума необходимо использовать изначально марку с большей пенетрацией.

1. Шыхалиев К.С. Модификация битума с полиэтиленовыми отходами / К.С. Шыхалиев, З.Н. Алиева // Проблемы современной науки и образования. – 2017. - № 16. – С. 14-17.

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Базунова А.А.

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», 450076,
Россия, г. Уфа, улица Заки Валиди, 32; annushka030898@gmail.com*

Ключевые слова: полипропилен, рециклинг, растительные отходы

Сейчас формируется новый подход к разработке полимерных материалов, состоящий в получении полимеров, которые сохраняют эксплуатационные свойства только в течение периода потребления, а затем претерпевают физико-химические превращения под действием окружающей среды и включаются в процессы метаболизма природных биосистем. Проблема разлагаемости синтетических полимеров может быть решена введением в материал на их основе природных наполнителей типа древесной муки или отходов сельскохозяйственного производства. Наполнение полимера такими компонентами повышает межфазную границу контакта, через которую в полимер могут проникать влага и ферменты, что способствует био- и гидродеградации.

Производство полипропилена (ПП) составляет более 20 % от общего объема синтетических полимеров [1]. Одним из путей снижения объема отходов ПП является их вовлечение в рециклинг за счет создания полимерных композитов с различными наполнителями. В данной работе в качестве полимерной основы композитов использованы отходы производства изделий из ПП ООО «ЗПИ «Альтернатива»», г. Октябрьский. В качестве наполнителя, придающего биоразлагаемость, использована измельчённая рисовая шелуха (РШ). Для совмещения компонентов композиции выбраны следующие способы совмещения: использование пластиграфа Брабендера с последующим прессованием и экструзия с последующим литьём под давлением. Показано, что условия совмещения оказывают влияние на потерю массы образцов композитов на основе вторичного ПП и РШ на разных этапах био- и гидролитической деструкции после контактирования с восстановленным грунтом в течение 3, 6 месяцев в условиях повышенной влажности. При совмещении компонентов композиции в камере пластиграфа потеря массы образцами композитов больше (в среднем на 0,5-1,5 %), чем при приготовлении композиций экструзией с последующим литьём под давлением.

1. Bazunova M.V., Salikhov R.B., Sadritdinov A.R., Chernova V.V., Zakharov V.P. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 2018, 10 (2), 288-292.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ И НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ КОНТАКТНЫМ ВЫТЕСНЕНИЕМ

Галуза М.Г.¹, Кудако А.А.¹, Воробьева Т.Н.^{1,2}

¹*Белорусский государственный университет,*
²*НИИ физико-химических проблем БГУ,*
220030, Беларусь, г. Минск, ул. Ленинградская, 14;
mashandra.by@mail.ru

Ключевые слова: медь, никель, отработанный электролит, контактное вытеснение

Утилизация концентрированных отработанных электролитов гальванических производств – сложная технологическая задача, требующая комплексного подхода к ее решению. Один из путей утилизации таких электролитов – извлечение из них металлов с получением порошка – ценного вторичного сырья для нужд металлургии. Восстановить ионы металлов из растворов можно электрохимическими или химическими методами, используя либо растворенный восстановитель (например, борогидрид, гидразин), либо порошок более активного металла [1]. Последний метод, называемый контактным вытеснением (КВ), наиболее простой и дешевый [2, 3]. В качестве реагентов (цементаторов) можно использовать разнообразные отходы металлообработки: железные, алюминиевые, цинковые опилки, порошки, пыль. На сегодняшний день метод КВ применяется для промышленной переработки отходов, содержащих драгоценные металлы. Для извлечения меди и никеля из растворов этот метод пока практически не применяется, что в основном обусловлено отсутствием готовых рекомендаций и недостатком информации о влиянии разных факторов на скорость и полноту извлечения, на состав и свойства порошковых продуктов.

Цель исследования состояла в определении условий наиболее полного извлечения меди и никеля цинковой пылью из растворов, моделирующих электролиты гальванического меднения и никелирования.

Исследуемые растворы содержали либо 0,63 моль/дм³ CuSO₄·5H₂O, либо 0,42 моль/дм³ NiCl₂·6H₂O, что соответствует концентрации солей в распространенных электролитах. При проведении КВ варьировали pH растворов, длительность процесса и количество цинковой пыли, загружаемой в раствор заданного объема, то есть соотношение химических количеств цинка и соли металла ($n(\text{Zn}) : n(\text{Me})$). Растворы перемешивали, температуру поддерживали равной 20 °С и 50 °С при извлечении меди и никеля соответственно. Остаточную концентрацию ионов металлов в растворе определяли методами спектрофотометрии (медь) и рентгенофлуоресцентного анализа (никель).

Экспериментальные данные по влиянию разных факторов на остаточную концентрацию ионов металлов ($c_{ост}$) в растворах КВ приведены на рис. 1. Из них следует, что медь практически полностью извлекается в течение 3–5 мин процесса КВ, причем скорость извлечения одинакова при pH раствора 1,5 и 2,5. Остаточная концентрация ионов меди через 10 мин процесса составляет 0,006 моль/дм³ при соотношении $n(\text{Zn}) : n(\text{Cu}) = 1 : 1$, а при $n(\text{Zn}) : n(\text{Cu}) = 1,5 : 1$ ионы меди в растворе не обнаруживаются.

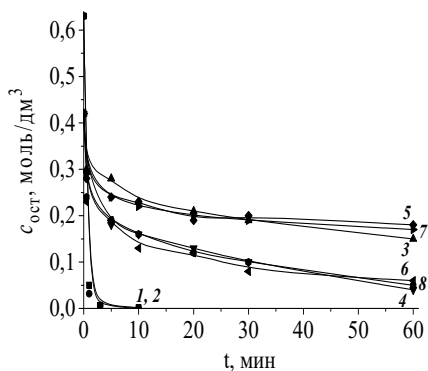


Рис. 1. Зависимость остаточной концентрации ионов меди и никеля ($C_{ост}$) от длительности и условий КВ:

1 и 2 – Cu^{2+} , pH 1,5 и 2,5, $n(\text{Zn}) : n(\text{Cu}) = 1 : 1$;
 3–8 – Ni^{2+} ; 3, 4 – pH 1,2; 5, 6 – pH 3,0, 7, 8 – pH 4,8;
 3, 5, 7 – $n(\text{Zn}) : n(\text{Ni}) = 1 : 1$;
 4, 6, 8 – $n(\text{Zn}) : n(\text{Ni}) = 2 : 1$

Концентрация ионов никеля убывает гораздо медленнее, процесс КВ к 60 мин замедляется, но не прекращается. К этому моменту концентрация Ni^{2+} составляет около 0,2 моль/дм³ при $n(\text{Zn}) : n(\text{Ni}) = 1 : 1$ и 0,05 моль/дм³ при $n(\text{Zn}) : n(\text{Ni}) = 2 : 1$. Варьирование pH раствора в пределах 1,2–4,8 мало влияет на скорость процесса и полноту извлечения никеля.

Отметим, что в процессе КВ в растворе появляются ионы Zn^{2+} , которые можно удалить осаждением раствором NaOH

Получаемые порошки меди и никеля содержат остаточный цинк, который, также можно удалить обработкой в растворе щелочи.

Данные свидетельствуют о перспективности извлечения ионов Cu^{2+} и Ni^{2+} из отработанных электролитов цинковой пылью и о целесообразности повышения полноты извлечения никеля путем увеличения количества вводимого цинка и длительности процесса КВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (грант № 606/45).

1. Ветошкин А.Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов. М. : Инфра-Инженерия, 2019. 440 с.

2. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии. Т. 1. Производство металлических порошков. М. : МИСИС, 2001. 368 с.

3. Vrublevskaya O.N. et al. Advances in Chemistry Research, 2019, 52 (4), 133–251.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЖУЩИХ СОСТАВОВ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Ибрагимов М.А., Худайбердыев М.Б., Мухамметмурадов К.

*Технологический Центр при Академии Наук Туркменистана, 744025,
Туркменистан, Ашгабат, ул.1955, д.68.
mamedali2012@yandex.com*

Ключевые слова: бетон, нефтяной битум

В последние годы особое значение приобретает разумное обращение с природными ресурсами с частичной или полной их заменой сырьем техногенного происхождения. Вовлечение в производство местных сырьевых ресурсов, расширение интервала пригодности сырья в области строительных материалов, цементных бетонов остается актуальной и в настоящее время.

В качестве исходных ресурсов использовались местные грунты. Нефтяной битум, производимый в Туркменистане, применяли в качестве добавки, а также использовали добавки серы - отход после очистки нефтяных фракций и попутных газов.

Одним из направлений улучшения свойств цементного бетона является применение различных добавок битума в цементобетонную смесь [1].

Основные свойства бетонного композита характеризуются его структурой, полный цикл формирования которой состоит из нескольких этапов, от выбора исходного сырья до подбора и оптимизации экспериментальных составов.

В результате исследования установлено, что при изготовлении цементобетонной смеси следует учитывать особенности фракционирования дробленного материала, особенно содержание мелких фракций, которые играют особую роль в модификации цементной матрицы высокопрочных бетонов.

При дозировании составляющих цементобетонной смеси были выявлены оптимальные пропорции гравия, цемента, песка: 4:1:1, 3:1:2, 5:1:2,5. Кроме этого, одним из основных параметров стабильности смеси является соотношение между водой и цементом, масса воды должна составлять 0,5-0,7. Использование тонкомолотых минеральных наполнителей в высокоподвижных бетонных смесях в качестве стабилизатора структуры предотвращает водоотделение и расслоение бетонной смеси. Кроме того, при рациональном подборе состава

бетонов, не менее важными считаются реотехнологические факторы: особенности и порядок перемешивания бетонной смеси, ее уплотнение.

На основе экспериментальных исследований в данной работе показана возможность улучшения дорожно-технических цементных бетонов с добавками органических вяжущих составов на основе местного сырья.

Оптимальные дозировки добавок нефтяного битума установлены экспериментальным путем. Свойства любого материала определяются его составом и структурой. Как известно, состав битума принято характеризовать содержанием его фракционных групп, каждая из которых придаёт битуму определённые свойства [2]. От количества битума в смеси зависят физико-механические свойства битум-содержащего цементного бетона. Оптимальное содержание нефтяного битума в смеси составило 5%.

Для улучшения водонепроницаемости использовали цементно-грунтовые смеси с добавками битума и амбарной нефти: с добавкой битума (5 % мас.) и амбарной нефти (15 %). Исследования показали, что водонепроницаемость (способность не пропускать влагу при определенном давлении) поддерживается до предела 2,0 ат. через толщину цементной массы 25 мм.

Повышению водонепроницаемости способствует, вероятно, уплотнение смеси во время ее застывания в результате возникновения химической реакции при взаимодействии трех компонентов: влаги, цемента и самих добавок. В результате образуются нерастворимые вещества, которые полностью заполняют все поры образовавшиеся в затвердевшем бетоне.

Увеличение водонепроницаемости возможно также, путем создания внешнего гидроизоляционного слоя, используя добавку серы, нанеся ее тонким слоем на поверхности с внешней стороны. Сера отлично прилипает к цементно-грунтовой массе и получается дополнительная водонепроницаемость.

Исследования показали, что использование битумных органических вяжущих повышают водонепроницаемость бетонов и способствуют увеличению сопротивляемости внешним неблагоприятным факторам окружающей среды.

1. Горнаев Н.А. Цементобетон с дисперсным битумом / Н.А. Горнаев , А.С. Пыжов ., С.Ю. Андронов // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 9. – С. 141-142. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=26606>

2. Патент Туркменистана / Ибрагимов М.А., Ниязов Б.Г. № 552, 2013.

ПЕРЕРАБОТКА МАЗУТНЫХ ЗОЛ С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ВАНАДИЯ И НИКЕЛЯ

Кашеков Д.Ю., Садыхов Г.Б., Гончаров К.В., Олюнина Т.В.

*Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова РАН,
Россия, г. Москва, Ленинский пр-т., 14, Москва, 119991
deniskashekov@mail.ru*

Ключевые слова: ванадий, никель, мазут, зола.

В работе представлены результаты исследований по извлечению ванадия и никеля из золы от сжигания мазута. Исследуемая зола содержит значительное количество ценных компонентов (7,82% V_2O_5 и 0,74% NiO), что делает ее перспективным сырьем для переработки. Изучено влияние окислительного обжига, его продолжительности, типа смешивания шихты и количества добавки карбоната натрия на степень извлечения ванадия и никеля при последовательном водном и серноокислом выщелачиваниях. Предложена принципиальная схема переработки золы, в соответствии с которой схемой зола подаётся на стадию влажного брикетирования с добавлением 50% соды. После сушки полученные брикеты направляются на окислительный обжиг при температуре 500 °С в течение 60 мин. Обоженный продукт выщелачивают в воде при 80°С в течение 60 мин. При этом около 82,0% V_2O_5 переходит в раствор, тогда как никель практически полностью остается в твердом остатке. Ванадатный раствор направляется на извлечение ванадия путем осаждения ванадатов аммония с последующим получением товарного пентаоксида ванадия высокой чистоты. Твёрдый остаток отправляется на выщелачивание 3%-ной серной кислотой в течение 60 мин для извлечения никеля., степень извлечения которого составила около 23%. Твёрдый остаток, составляющий 42,4% от массы исходной золы, содержит 56,9% Fe_2O_3 , 2,1% V_2O_5 , 1,4% NiO, и др. Он не несёт экологическую угрозу и может в дальнейшем перерабатываться существующих предприятиях по переработке железорудного или титаномагнетитового сырья с извлечением железа, ванадия и никеля.

ПРОЦЕСС ФЕНТОНА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ

Козлова М.М., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н.

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19;
marina.kozlova2014@mail.ru*

Ключевые слова: катионит КУ-2×8, процесс Фентона, кинетические исследования

В настоящее время для утилизации значительных объемов низкоактивных отработанных ионообменных смол, образующихся на атомных электростанциях, применяют высокочрезвычайно дорогостоящие технологии. Помимо этого, существуют затруднения с транспортировкой и хранением отходов [1]. Таким образом, утилизация отработанных ионообменных смол является одной из актуальных проблем на предприятиях ядерной энергетики.

Эффективным способом переработки смол до операции перевода отходов в твердую форму считается химическое окисление. Перспективным окислительным методом утилизации отработанных ионообменных смол может быть процесс Фентона, который основан на совместном действии пероксида водорода H_2O_2 и катализатора. В качестве каталитической добавки применяют соли переходных металлов, в частности железа(II) и железа(III).

В данной работе исследована кинетика окислительной деструкции сульфокислотного катионита КУ-2×8 с использованием реакции Фентона. Разложение смолы проводили 20 об. % водным раствором H_2O_2 с добавлением 0.001–0.005 ммоль/л сульфата железа(II) и сульфата железа(III) в диапазоне температур 323–348 К.

На рис.1 представлены графические зависимости относительной потери массы катионообменной смолы $\Delta m/m$ (%) от продолжительности выдержки τ (мин) в 20 об. % водном растворе пероксида водорода при концентрации катализаторов сульфата железа(II) и сульфата железа(III) 0.003 ммоль/л. Установлено, что наибольшее влияние на скорость деструкции катионита оказывает изменение температуры процесса. Увеличение концентрации каталитических добавок при определенной температуре существенно не повышает скорость окисления катионообменной смолы. Проведя сравнительную оценку влияния природы каталитических добавок, можно также отметить, что с добавлением сульфата железа(II) процесс окисления катионита протекает более интенсивно, чем в присутствии сульфата железа(III).

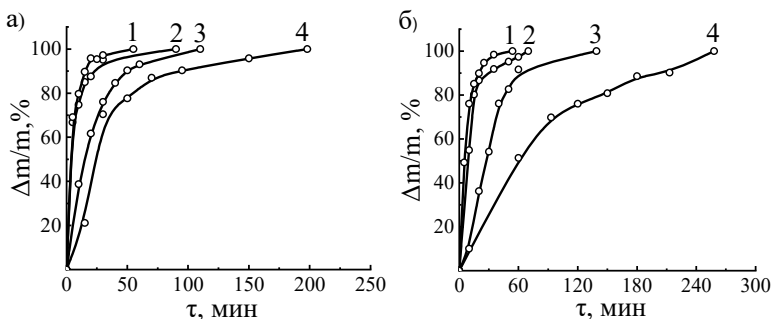


Рисунок 1 – Кинетические кривые относительной потери массы катионита КУ-2×8 в 20 об.% водном растворе пероксида водорода с добавлением 0.003 ммоль/л FeSO_4 (а) и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (б) при температуре, К: 348 (1), 343 (2), 333 (3), 323 (4)

При определении скорости гетерогенной реакции окисления катионита КУ-2×8 пероксидом водорода в присутствии каталитической добавки учтена шарообразная форма гранул катионообменной смолы, площадь поверхности которых изменялась во времени. Установлено, что с повышением температуры процесса константа скорости реакции закономерно возрастает примерно в 4–8 раз. Рассчитанные значения энергии активации реакции окисления катионита пероксидом водорода с добавлением сульфата железа(III) находятся в пределах 50.3–78.7 кДж/моль, а в присутствии сульфата железа(II) снижаются и составляют 40.9–67.1 кДж/моль. Полученные значения энергии активации во всех случаях характерны для процессов, протекающих в кинетической области.

Таким образом, проведенные кинетические исследования продемонстрировали полное каталитическое разложение сульфокислотного катионита КУ-2×8 в 20 об. % водном растворе пероксида водорода при температурах 323–348 К в течение 260–55 минут. В процессе окислительной деструкции значительно уменьшается количество твердой фазы. Вследствие этого, окисление на основе процесса Фентона может быть перспективной и экономически эффективной технологией при утилизации отработанных ионообменных смол атомных электростанций. Полученные растворы в последующем могут быть переработаны методом выпаривания или путем микробиологической обработки.

1. Смольников М.И., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. и др. БС, 2017, 49 (3), 119-134.

СОЗДАНИЕ БЕСТЕРМИЧЕСКОГО СПОСОБА ХИМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Макарова А.С., Федосеев А.Н.

*ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., д. 9;
Andrew7080@yandex.ru*

Ключевые слова: Базельская конвенция, обезвреживание, отходы, ртутьсодержащие отходы

Как неорганическая, так и органическая ртуть может вызвать серьёзные последствия для здоровья. Органические формы ртути, как правило, более токсичны, чем неорганические формы, однако анаэробные бактерии могут свободно алкилировать металлическую ртуть и ионы ртути, тем самым переводить её в органическую форму. Значимые количества ртути содержатся в ртутьсодержащих отходах включая загрязнённые грунты (далее РСО) могут поступать в окружающую среду при неправильном обращении с ними. Необходимо также отметить, что в соответствии с техническими руководящими принципами экологически обоснованного регулирования РСО принятых в 2015 г. на конференции сторон Базельской конвенции (UNEP/CHW.12/5/Add.8/Rev.1) отмечено, что одним из способов их экологически безопасного удаления является стабилизация содержащейся в них ртути в виде сульфида ртути. В Российской Федерации в соответствии с Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 после химической демеркуризации, в результате которой образуется сульфид ртути, обезвреженные РСО могут считаться неопасными и подлежать захоронению на полигонах твёрдых коммунальных отходов (ТКО).

Разработанный авторами способ стабилизации ртути в РСО основан на взаимодействии ртути с серой. В отличие от многочисленных существующих аналогов предлагаемая технология отличается низким энергопотреблением, полным отсутствием стоков и сточных вод и использованием не дорогих и малоопасных реагентов и состоит из следующих этапов основных этапов (рис. 1): 1) совместный размол в мельнице вибрационного или шарового типа РСО или загрязнённых грунтов с серой и/или серосодержащими соединениями (сульфид железа, пирит); 2) приготовление суспензии на основе бентонита и воды, для откачивания получившейся реакционной массы (РМ) из реактора мельницы; 3) высушивание полученного осадка.

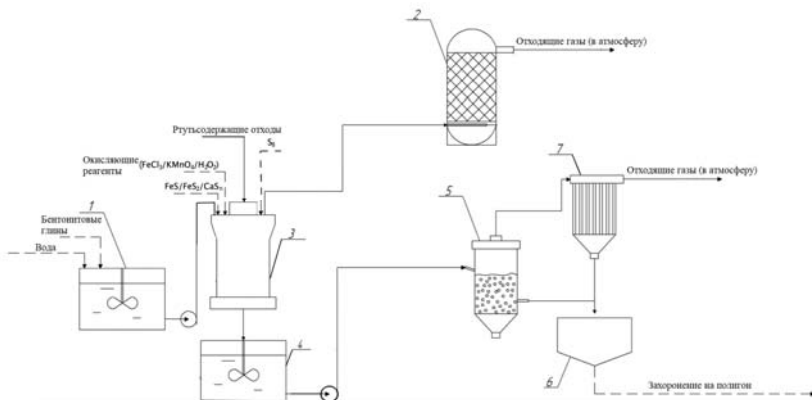


Рис. 1 Принципиальная функциональная и аппаратурная схема процесса обезвреживания ртутьсодержащих отходов: 1 – бак с мешалкой; 2 – адсорбер; 3 – мельница (шаровая или вибрационная); 4 – бак с мешалкой; 5 – сушилка с кипящим слоем; 6 – контейнер; 7 – рукавный фильтр

Для того чтобы проводить реакцию ртути с элементарной серой, при нормальных условиях (комнатной температуре и давлении) необходимо обеспечить постоянное обновление поверхности контакта фаз и разрушения образующейся на поверхности ртути сульфидной пленки. Для обеспечения постоянного обновления фаз в разрабатываемой технологии предлагается проводить реакцию взаимодействия ртути с серой в мельнице с мелющими телами.

В ходе проведенных экспериментов было установлено, что время пребывания реакционной смеси в мельнице должно составлять 90-120 минут за это время в сульфид переходит до 99% ртути. Количество добавляемой к отходам серы должно составлять 3 г на 1 г ртути. Также целесообразно добавить к РМ немного воды до 30% от веса РМ, так как мокрый помол отличается большей эффективностью по сравнению с сухим. Более подробная информация о проведенных авторами исследованиях представлена в статьях [1-2].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-29-24212).

1. Makarova A., Fedoseev A., Liubov Y. Research on green technologies for immobilizing mercury in waste to minimize chemical footprint // *Pure and Applied Chemistry*. — 2019. DOI: 10.1515/pac-2019-0813

2. A. Makarova, A. Fedoseev, A. Kushu et al. Development of technology for the immobilization of the mercury in the waste for the reducing of the load on the environment // Vol. 19 of *International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM*, 2019. — P. 157–164. DOI: 10.5593/sgem2019/5.1/S20.020

ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ БЕЛОГО ФОСФОРА ДЛЯ ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ

Миндубаев А.З.^а, Бабынин Э.В.^а, Бадеева Е.К.^б, Минзанова С.Т.^б

^а *Общество с ограниченной ответственностью Инновационные технологии детоксикации.*

^б *Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, 420088, ул. Арбузова 8, г. Казань, Россия.*

^б *Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Университетская 18, г. Казань, Россия.*

mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru

Наши предыдущие исследования впервые продемонстрировали наличие у белого фосфора генотоксических свойств [1]. Это, без сомнения, делает белый фосфор еще более опасным в обращении веществом. Тем не менее, наши первые исследования проводились на прокариотах – бактериях *Salmonella typhimurium*.



Рис. Наглядная демонстрация фитотоксичности белого фосфора: в его присутствии (левая луковица) корешки достоверно отстают в росте по сравнению с контролем (правая луковица). Концентрация P_4 в опыте 0.01%. Снимок сделан через 2 суток после начала проращивания.

Поскольку генетический аппарат прокариот устроен иначе, чем у эукариот (включая человека), то результаты исследований на сальмонеллах нельзя полностью переносить на человека. Помимо генных мутаций, исследуемых тестом Эймса и SOS-lux тестом, и имеющих общую природу у всех живых организмов, существуют геномные перестройки, которые следует изучать на эукариотах. Для этой цели подходит Allium тест на корешках лука репчатого (*Allium cepa* L.).

В представленной работе мы впервые исследовали негативное влияние белого фосфора на клеточный цикл эукариот методом Allium теста. Оказалось, что белый фосфор даже в очень низких концентрациях, 0.01%, оказывает фитотоксическое действие (рис.) и на порядок увеличивает количество хромосомных aberrаций [2, 3].

1. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Волошина А.Д., и др. Бутлеровские сообщения, 2017, 49, (1), 1-20.
2. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Пискунов Д.Б., и др. Бутлеровские сообщения, 2018, 55, (9), 1-21.
3. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., и др. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2019, 9, (1), 81-94.

ПОДБОР СОСТАВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ С ДОБАВКАМИ МЕСТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мусаева А.Ж., Кунашева З.Х., Атантай А.К.

*РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский государственный университет
имени М. Утемисова»,
090000, Казахстан, г. Уральск, пр. Н.Назарбаева, 162;
1993-akbota@mail.ru*

Ключевые слова: состав, дорожно-строительные материалы, минеральные грунты

За последние десятилетия на нефтегазовых отраслях производства остро стоит проблема переработки и утилизации отходов добычи и переработки углеводородного сырья. Экологически кодекс РК (гл.42, статья 288) предъявляет все большие требования для соответствия нормам и разработке методов утилизации отходов и лучших доступных технологий для обращения с буровыми отходами, буровыми и нефтяными шламами и другими видами отходов [1].

В этой связи в последнее время совершенствуются технологии, которые позволяют переработать вторичные материалы и достичь высокого качества при производстве работ, а также разрабатываются новые дорожно-строительные материалы с улучшенными прочностными и деформативными характеристиками, что ведет к увеличению межремонтных сроков службы дорожной одежды и к сокращению затрат при ремонте и содержании дороги. Общим условием использования разнообразных местных материалов и их композиций является соответствие прочности сооружаемых из них слоев дорожной одежды механическим и физико-химическим воздействиям [2].

Цель исследований состоит в разработке состава композиционного материала для тротуарной дороги с низкой себестоимостью готового продукта за счет уменьшения расхода дорогостоящего компонента (цемента) при использовании бурового отхода и местного сырья.

Для решения поставленной задачи подобраны составы композиционных материалов на основе бурового шлама с добавкой местных минеральных материалов, а именно опоки. Опоки - лёгкие плотные микропористые породы, сложенные в основном мельчайшими частицами опал - кристобалитового кремнезёма. Разнообразие состава опок обуславливает широкий диапазон полезных свойств - различные физико-технические и технологические свойства, и как следствие, разносторонние области применения [3].

Для подбора состава взяты следующие компоненты: буровой шлам нефтегазоконденсатного месторождения и опока Западно-Казахстанской области. Подбор состава композиции проводилось согласно ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава». В результате были получены образцы композиционных материалов без внешних дефектов.

В результате проведения исследовательской работы определены физико-механические свойства (теплопроводность, предел прочности на сжатие, водопоглощение, морозостойкость) бетонного образца на основе бурового шлама и местного сырья опоки. Технический результат заключается в повышении прочности готового продукта, в частности, показателей прочности при сжатии и при изгибе после 7 и 28 суток. Прочность на сжатие образцов согласно ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» определены на приборе, состоящем из стального цилиндра с определенным внутренним диаметром и пуансона, с помощью которого сдавливают заполнитель. При контакте портландцемента с водой одновременно идет несколько химических процессов, такие как превращение окисей и солей алюминия и кальция в гидроалюминаты и гидросиликаты.

Состав композиции при получении тротуарной дороги, а также в виде насыпного полотна проявляет свойства связующего. При этом массовое соотношение гидроксида и карбоната в указанной смеси составляет 2:1. Это позволяет еще больше повысить прочность готового продукта, а именно, показатели прочности при сжатии и изгибе, так как улучшается катионообменные реакции между компонентами смеси с образованием цементирующих центров при кристаллизации неорганических солей реакционной массы за счет повышения содержания глинистых минералов и алюмосиликатов и солей в смеси.

Анализ результатов исследований показал, что повышение степени наполнения местного сырья опоки приводит к уменьшению его водопоглощения, но водоудерживающая способность и влажность возрастает, что позволяет получить вязущие с хорошей водостойкостью. При добавлении бурового шлама в состав смеси позволяет снизить открытую пористость композиционного материала, а также улучшить его свойства.

1. Кунашева.З.Х., Кузьмина Р.И., Ромаденкина С.Б., Мусаева А.Ж. Физико-химические свойства минерально-битумного композиционного материала на основе производственного отхода нефтегазоконденсатного месторождения Западного Казахстана.-Межвузовский сборник научных трудов.- Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2019.- С.141-143.

2. Славущий А. К. Автомобильные дороги: Одежда из местных материалов. - М.: Транспорт, 1987. -255 с.

3. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строительные материалы, 2007, №2. - С.31-33.

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА ИЗ СМЕСЕЙ СЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ ДОНБАССА И ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС

Осипов А.М., Грищук С.В.

*ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л.М. Литвиненко», 283114, ДНР, Донецк, ул. Р.Люксембург, 70;
sgrishchuk@yandex.ru*

Ключевые слова: отходы пластмасс, угли сернистые, гидрооживление смесей

Пластмассы (ПМ) производятся и используются в возрастающем объеме вследствие разнообразия их химических и физических свойств. Они состоят главным образом из углеводов, но содержат также различные наполнители, красители, антиоксиданты. Отходы ПМ трудно собрать, разделить по специфическим видам и эффективно переработать. В настоящее время только около четверти отходов подвергается переработке. В основном они накапливаются на свалках, ухудшая экологическую обстановку и выводя из оборота потенциальное углеводородное сырье. В твердых бытовых отходах ПМ содержатся в количестве до 40 мас. %, что составляет десятки миллионов тонн (по объему примерно в 2 раза больше) [1].

Способы переработки («рисайкла») отходов ПМ могут быть сгруппированы по четырем направлениям: 1) переплавка отходов термопластичных полимеров; 2) термическая и химическая конверсия в мономеры и другие продукты для синтеза полимеров; 3) конверсия в химическое сырье, пригодное для получения синтетического жидкого топлива; 4) сжигание отходов. Методы «отходы – энергия» являются относительно дешевыми, однако происходит неизбежное загрязнение атмосферы вредными продуктами горения ПМ. Наиболее рациональным представляется третье направление.

Показано, что конверсия отходов ПМ (особенно полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП) и полистирола) в жидкие продукты является перспективной с использованием известных технологий оживления ископаемых углей. Некоторые выводы из литературных данных: 80–90 % основных отходов ПМ может быть превращено в нефтеподобную жидкость («масло»); оживление ПМ осуществляется при более низком, чем в случае угля, давлении H_2 или в инертной атмосфере; оживление ПМ может успешно проводиться совместно с углем, нефтяными остатками и отходами смазочных масел, что позволяет использовать такое полезное свойство многих пластиков, как содержание большого количества водорода, т. е. ПМ выступают донорами H_2 [1].

Исследованы бурый уголь (БУ) Александрийского месторождения Днепровского бассейна и длиннопламенный уголь (ДУ) Старобельского месторождения Северного Донбасса с характеристиками (мас. %): влажность W^a 12,4 и 3,3; зольность A^d 10,3 и 18,7; летучие V^{daf} 57,6 и 39,9; общая сера S_t^d 2,85 и 8,2; C^{daf} 70,4 и 76,1; H^{daf} 5,96 и 5,04 соответственно. В БУ сера представлена в основном органической, а в ДУ – пиритной. Опыты по ожигению и со-ожигению проводились в автоклаве при 400–430 °С в течение 0,5–1 ч при рабочем давлении 12–16 МПа; пастообразователь – тетралин, катализаторы – отходы металлургических производств. Применяли отходы листовых ПЭ и ПП крупностью не более 3 мм. [2]. Наибольшие степени конверсии и выходы масел («угольной нефти», УН) получены с ПП и находятся в пределах 80–96 % и 60–74 % от суммарной органической массы соответственно. Для смесей с ПЭ степени конверсии и выходы масел составляют 75–92 % и 50–65 %. Данные по элементному составу объектов представлены в таблице.

Таблица – Характеристики природной нефти и «угольной нефти»

Объект	Элементный состав, мас. %			Отношение С/Н
	С	Н	S	
Природная нефть	83–86	11–14	1–4	7,5–6,1
«Угольная нефть» из:				
БУ	88,2	8,9	1,0	9,9
БУ + ПЭ	83,4–84,2	10,1–11,3	0,38–0,65	8,2–7,5
БУ + ПП	84,0	9,6	1,09	8,7
ДУ	85,5	9,5	1,0	9,0
ДУ + ПЭ	83,1–84,5	11,3–11,5	0,2–0,5	7,4–7,2
ДУ + ПП	79,7	9,8	1,2	8,1

Установлено, что одним из перспективных вариантов удешевления получения «угольной нефти» является совместная переработка углей и отходов ПМ с высоким содержанием водорода. Эти отходы являются более дешевым сырьем, чем ископаемые угли. Полученные синтетические продукты по содержанию С, Н и S и отношению С/Н близки к ископаемой нефти. Исходная сера углей в основном выделяется в виде H_2S , часть переходит в шлам и УН. Важно отметить, что в гидроожигении углей и их смесей с отходами ПМ в качестве эффективных катализаторов одноразового использования могут применяться железосодержащие отходы различных металлургических производств, в том числе «красный шлам» (отход производства алюминия) и отходы гальванических цехов.

1. Осипов А.М., Попов А.Ф., Грищук С.В. и др. Экотехнологии и ресурсосбережение, 2004, 4, 26–35.

2. Осипов А.М., Бойко З.В., Грищук С.В. и др. Химия тверд. топлива, 2011, 2, 23–28.

ПОЛУЧЕНИЕ ФТОРИДА ВОДОРОДА ИЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Пашкевич Д.С.

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, С.-Петербург, Политехническая, 29;
ООО «Новые химические продукты», 191186, Россия, Санкт-Петербург,
Набережная реки Мойки 11, лит. А, пом. 16Н;
Pashkevich-DS@yandex.ru*

Ключевые слова: фторид водорода, горение, фторсодержащие отходы

Фторид водорода является основным фторирующим агентом современной промышленности соединений фтора. Его мировое производство составляет около 1,5 млн. тонн в год и прирост этого показателя в последнее время составляет 3-5% ежегодно.

Сырьём для производства фторида водорода является концентрат природного плавикового шпата кислотного сорта, в котором содержание CaF_2 составляет не менее 92%. В России месторождения плавикового шпата, из которого целесообразно получать концентрат кислотного сорта, исчерпаны и его приходится импортировать, это сдерживает развитие отечественной промышленности соединений фтора. Кроме того, фторид водорода является уникальным веществом для ядерного топливного цикла – с его использованием получают фториды урана, в том числе единственное летучее соединений урана, его гексафторид, необходимый при изотопном обогащении. Т.о. такая стратегическая отрасль, как производство ядерного топлива, зависит от импорта сырья.

В тоже время в целом ряде отраслей промышленности образуются и накапливаются фторсодержащие побочные продукты и отходы, зачастую весьма токсичные.

В ядерном топливном цикле накапливается гексафторид урана, обеднённого по изотопу ^{235}U (ОГФУ). В России запасы этого вещества достигают 1 млн. тонн и постоянно увеличиваются. ОГФУ является веществом первого класса опасности и его хранение представляет собой опасность для окружающей среды.

При производстве экстракционной фосфорной кислоты из фторапатита образуются водные растворы гексафтокремниевой кислоты различной концентрации. Часть этой кислоты используют для производства фторсолей, например, трифторида алюминия. Часть нейтрализуют карбонатом кальция и в виде смеси синтетического CaF_2 и SiO_2 и размещают на полигонах хранения промышленных отходов.

Гексафторкремниевая кислота образуется также в качестве отхода при производстве кварцевого концентрата.

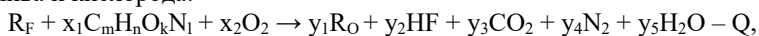
При производстве алюминия электролизом образуются отходы, состоящие в основном из гексафторалюмината натрия и углерода.

Бифторид аммония образуется в качестве побочного продукта при производстве тантала, ниобия, трифторида азота.

В качестве фторсодержащих отходов можно также упомянуть гексафторид серы, тетрафторид углерода и другие фторуглеводороды.

Поэтому целесообразно разработать технологии получения фторида водорода из вышеуказанных веществ.

Фторид водорода является одним из наиболее термостабильных соединений фтора. Поэтому универсальная технология получения HF из выше указанных веществ и их производных может быть разработана на основе процесса переработки фторидов в пламени водородсодержащего топлива и кислорода:



где R_F - фторид, кроме фторидов щелочных и щелочноземельных металлов, $C_m H_n O_k N_l$ - водородсодержащее вещество, R_O - оксид элемента или элемент, $n > 0$, $m \geq 0$, $k \geq 0$, $l \geq 0$, $n \geq 0$, $z = 1; 2$, $Q \sim 10^2 - 10^3$ кДж, $T_{ad} > 10^3$ К.

Значения x_1 и x_2 выбирают с учётом значений m , n , k , l так, чтобы практически единственным соединением фтора в продуктах был фторид водорода, а значение y_5 было минимальным.

Предложенный способ пригоден для различных фторидов, за исключением фторидов щелочных и щёлочноземельных металлов, для которых гидролиз термодинамически практически запрещён для любой реально достижимой температуры.

Для предложенного метода были проведены термодинамические расчёты и определены интервалы температуры и соотношения компонентов, при которых целесообразно проводить процесс регенерации фтора для различных фторидов.

На созданных лабораторной и пилотной установках исследованы процессы получения фторида водорода в режиме горения из различных фторидов – гексафторида урана, тетрафторида кремния, тетрафторида углерода, бифторида аммония, трифторида азота. Показано, что при определённых соотношениях исходных компонентов возможна практически полная регенерация фтора из обрабатываемого фторида в форме фторида водорода. Установлено, что результаты экспериментов хорошо совпадают с результатами расчёта термодинамически равновесных составов.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ СОРБЕНТОВ

Перегудов Ю.С.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19;
inorganic_033@mail.ru*

Ключевые слова: побочный продукт, модифицирование, сорбция нефтепродуктов

В настоящее время актуальна проблема переработки неорганических побочных продуктов и отходов. Эти материалы по своим свойствам близки к природным аналогам, поэтому могут использоваться для получения новых продуктов. Переработка отходов является одной из основных задач комплексного использования сырьевых ресурсов. В технологии получения нитроаммофоски из апатитового концентрата образуется большое количество побочного продукта – мела технологического. Содержание карбоната кальция в нем 80-93 %. Известно, что карбонат кальция обладает хорошей способностью поглощать технические масла. Учитывая объемы и свойства мела технологического, такие как дисперсность, высокая температура разложения, экологичность, нерастворимость в воде, возможность модифицирования и др., то его можно использовать для получения сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов.

Для определения фракционного состава мела технологического использовали стандартный набор сит. Для сорбционных исследований были выбраны три фракции: 1 – 0,045 – 0,1 мм; 2 – 0,1-0,125 мм; 3 - < 0,125 мм. Для полученных фракций мела рассчитана пористость с использованием насыпной и кажущейся плотности. С увеличением размера частиц пористость карбоната кальция увеличивается в следующем ряду: 0,045 – 0,1 мм < 0,1-0,125 мм < 0,125 мм. При сорбции нефтепродуктов важное значение имеют данные по водопоглощению. Наименьшее водопоглощение характерно для фракции < 0,125 мм. Результаты по сорбции нефтепродуктов показали, что наибольшее нефтепоглощение характерно для частиц с размером < 0,125 мм, маслопоглощение - для частиц с размером 0,1-0,125 мм, бензинопоглощение - для частиц с размером < 0,125 мм. Нефтепоглощение составило 37 %, бензинопоглощение - 58 % и маслопоглощение - 68 %. Полученные результаты показывают, что мел технологический можно использовать как основу для создания модифицированных сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов.

АКТИВАЦИЯ ПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ УТИЛИЗАЦИИ АВТОПОКРЫШЕК

Работягов К.В.

*ФГАОУ ВО Крымский Федеральный университет имени В. И. Вернадского,
295007, Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь,
просп. Академика Вернадского, 4.
kotofey2002@mail.ru*

Ключевые слова: сорбенты, утилизация, автопокрышки, активация

Ранее была разработана схема утилизации изношенных резинотехнических изделий [1], основными акцентами которой были высокая экологичность и безотходность. Одним из продуктов переработки является пористый углеродный материал (ПУМ), содержащий большое количество кристаллических и молекулярных форм углерода [2].

Изучение способности данного материала к сорбции веществ молекулярной и ионной природы показало результаты, существенно уступающие промышленно выпускаемым активным углям (табл.). Однако, промывка ПУМ небольшим количеством бензола и спирта, существенно увеличивает его сорбционные свойства, что может быть объяснено удалением остатков липофильных веществ из пор. Продувка образца ПУМ водяным паром, оказывает аналогичный эффект.

Для улучшения показателей изучаемого сорбента применены более сложные способы активации: гидротермальный и щелочное плавление. Первый строится на максимально быстром переводе жидкой воды, которой насыщен образец, в газообразное состояние. Для этого, навеску ПУМ обезжирили раствором водного этанола и выдержали под водой 8 часов. Осадок отделили декантацией, поместили в кварцевый тигель с крышкой и поставили в муфельную печь, предварительно нагретую до до 400°C. Время выдерживания определялось скоростью остывания печи до комнатной температуры, фактически, не менее 6 часов. Выход активированного угля 92%. Аналогично проводилось щелочное плавление. Использовался керамический тигель с крышкой, масса гидроксида натрия равна массе образца ПУМ. Выход активированного угля 54%.

Для оценки эффективности активации, использовались сорбаты различной природы. Расчёт полной сорбционной ёмкости (СЭ) исследуемых образцов проводился с применением метода колориметрического измерения остаточных концентраций,

использованных стандартизированных растворов веществ или их аналитических форм. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Значения полной сорбционной ёмкости исследуемого ПУМ (моль/кг)

сорбат \ Тип ПУМ	иод	фенол	краситель бриллиантовый зелёный	нитрат железа(III)
не активированный	0,58	0,96	0,07	0,09
промытый	6,16	7,12	0,55	0,45
активированный паром	2,70	3,82	0,94	1,70
гидротермально активированный	22,84	16,34	27,11	57,32
химически активированный	20,32	14,12	41,94	47,04

Сравнивая результаты, можно сделать вывод не только об эффективности разных методов активации исследуемого ПУМ, но и предположить, протекание каких процессов приводит к увеличению СЁ. Так, 50-ти кратное увеличение СЁ для ионов Fe^{3+} и 10-ти кратное для иода, в случае гидротермальной активации, свидетельствует об образовании большого количества открытых пор малого размера и объёма. В случае активации бензольной промывкой, при которой 10-ти кратное увеличение наблюдается для сорбатов молекулярной природы, можно сделать вывод об удалении смолистых веществ только из макро пор. Щелочное плавление, по-видимому, не только делает доступной значительную часть мезо-пор, но и переводит частично окисленные функциональные группы поверхности сорбента в карбоксилатную форму, с последующей заменой катионов натрия на катионы органического красителя из раствора.

Применение различных методов активации исследуемого ПУМ, доводит его свойства до уровня промышленных углей марок БАУ-А и БАУ-Ац и позволяет предложить его к использованию для очистки воды от широкого спектра загрязнителей органического и неорганического происхождения.

1. Патент Украины МПК (2011.01) В29В 17/00 Способ переработки резиносодержащих отходов №57640./ К. В. Работягов, А. И. Тихонов; патентовладелец Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского. - № 2010 09017; заявл.19.07.2010; опубл.10.03.2011 Бюл.№5.

2. Карпенко Н. И. Исследование структуры и физико-химических свойств пористых углеродных материалов, полученных низкотемпературным крекингом / Н. И. Карпенко, А. С. Мазин, Е. М. Максимова и др. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Биология и химия» Том 1(67) 2015. №3. С. 125-131.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

Рахматуллаев Ф.Н*, Абдуллаев У.Ш**, Турабджанов С.М.,
Понамарёва Т.В., Рахимова Л.С.

*Ташкентский Государственный Технический Университет им.
И.Каримова, 100095, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Университет 2, e-mail:
f.rakhmatullaev7@mail.ru

** Государственный комитет Республики Узбекистан по экологии и
охране окружающей среды, 100047, г. Ташкент, Яшнабадский район, ул.
Той-Тена, 2А

Ключевые слова: ТБО (твердые бытовые отходы), утилизация, вторсырье.

В Узбекистане действующая система обращения с ТБО в течение долгих лет была направлена исключительно на их сбор и транспортировку на полигоны, где ТБО размещаются в основном без захоронения. Согласно расчетам, прогноз годового объема образования ТБО в Республике оценивается в пределах 14-14,5 млн. тонн [1].

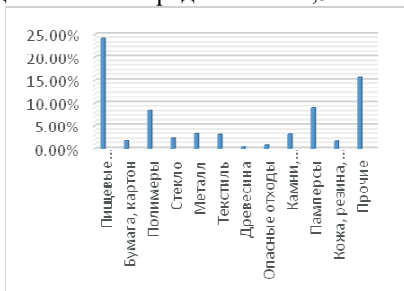


Рис.1. Среднегодовые показатели морфологического состава ТБО по районам Ташкентской области в зимний период 2017-2018 гг.

Существующая ситуация в области обращения с ТБО и ежегодная нарастающая динамика их образования требуют поэтапного перехода к их промышленной переработке. Такой вид утилизации мусора не несет вреда окружающей среде, приносит пользу как вторсырье (в том числе топливо), позволяет избежать постоянного увеличения количества свалок и полигонов для захоронения.

1. Отчет по проведенному пилотному исследованию морфологического состава ТБО в пяти регионах Республики Узбекистан в рамках проекта ПРООН/ЮНЕП/Узгидромет «Программа подготовки Узбекистана к доступу к ресурсам ЗКФ».

АДСОРБЦИЯ АНТИБИОТИКОВ ПИЛЛАРИРОВАННЫМ МОНТМОРИЛЛОНИТОМ

Рысев А.П., Конькова Т.В., Алексеева Ю.С.

*РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125480, Россия, Москва, ул. Героев
Панфиловцев, 20. ar@muctr.ru*

Ключевые слова: пилларированный монтмориллонит, очистка сточных вод, жидкофазная адсорбция

Сточные воды медицинских учреждений могут содержать широкий спектр лекарственных препаратов, попадание которых в окружающую среду является нежелательным. Особенно это касается различных классов антибактериальных препаратов, которые, при сбросе в общегородскую канализацию могут приводить к появлению устойчивых к антибиотикам штаммов патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, что в последующем может угрожать здоровью людей.

Целью данной работы являлось изучение возможности использования пилларированного монтмориллонита в качестве недорогого и экологически безопасного адсорбента, для очистки сточных вод от антибиотиков. В качестве модельного поллютанта был выбран Диоксидин - антибактериальный препарат широкого спектра действия из группы хиноксалинов, содержание которого в растворе определялось спектрофотометрически при $\lambda_{\max} = 360$ нм.

Условия приготовления пилларированного монтмориллонита: модифицирующий раствор получен гидролизом раствора сульфата алюминия, время старения раствора – 7 суток, соотношение Al^{3+} :монтмориллонит=10 ммоль/г, температура прокаливания – 400°C [1].

По результатам элементного анализа (табл. 1), после модифицирования монтмориллонита наблюдается увеличение соотношения Al/Si по сравнению с исходным образцом, а также увеличение значений текстурных характеристик, полученных с помощью метода низкотемпературной адсорбции азота (табл. 2).

Таблица 1. Элементный анализ образцов

Исходный монтмориллонит (масс. %)							
C	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Fe
4,88	56,73	0,52	1,53	7,86	24,21	0,89	3,39
Пилларированный монтмориллонит (масс. %)							
C	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Fe
2,47	66,71	0,19	1,03	10,33	16,85	0,15	2,27

Таблица 2. Текстурные характеристики образцов

Образец	$S_{\text{БЭТ}}, \text{м}^2/\text{г}$	$V_s, \text{см}^3/\text{г}$	$V_m, \text{см}^3/\text{г}$
Исходный монтмориллонит	73,60	0,075	0,035
Пилларированный монтмориллонит	131,01	0,081	0,065

Аппроксимация кинетической кривой адсорбции моделями псевдо-первого и псевдо-второго порядка, а также моделью Еловича (табл. 3) [2, 3] позволяет предположить, что адсорбция антибиотика обусловлена протеканием поверхностной химической реакции между молекулами адсорбтива и алюмоокислородными нанокластерами (пилларами) адсорбента.

Таблица 3. Параметры кинетических моделей

Модель псевдо-первого порядка	$k_1 (\text{мин}^{-1})$	$q_e (\text{мг}/\text{г})_{\text{exp.}}$	$q_e (\text{мг}/\text{г})_{\text{cal.}}$	R^2
	0,027	2,032	1,875	0,984
Модель псевдо-второго порядка	$k_2 (\text{г}/(\text{мг}\cdot\text{мин}))$	$q_e (\text{мг}/\text{г})_{\text{exp.}}$	$q_e (\text{мг}/\text{г})_{\text{cal.}}$	R^2
	0,011	2,032	2,578	0,992
Модель Еловича	$\alpha, \text{мг}/(\text{г}\cdot\text{мин})$	$\beta, \text{г}/\text{мг}$		R^2
	0,222	2,004		0,982

Аппроксимация изотермы адсорбции моделями Ленгмюра, Фрейндлиха, а также моделью Дубинина-Радускевича (табл. 4) также показывает, что поглощение адсорбтива происходит по механизму хемосорбции, о чём свидетельствует значение средней свободной энергии адсорбции $8 \text{ кДж}/\text{моль} < E = 14,669 \text{ кДж}/\text{моль} < 16 \text{ кДж}/\text{моль}$ [4].

Таблица 4. Параметры адсорбционных моделей (20°C)

Модель Ленгмюра	R^2	$K_L, \text{л}/\text{моль}$	$q_{\text{max}}, \text{моль}/\text{г}$
	0,993	78,172	$1,56 \cdot 10^{-5}$
Модель Фрейндлиха	R^2	n	$\beta, \text{моль}/\text{г}$
	0,989	2,558	0,001
Модель Дубинина-Радускевича	R^2	$k, \text{моль}^2/\text{кДж}^2$	$q_{\text{max}}, \text{моль}/\text{г}$
	0,998	$2,323 \cdot 10^{-9}$	$8,53 \cdot 10^{-5}$

По результатам проведённого исследования можно сделать вывод, о потенциальной применимости пилларированного монтмориллонита в качестве адсорбента для очистки сточных вод от антибиотиков.

1. Конькова Т.В., Алехина М.Б., Рысев А.П. Журнал физической химии. 2013, Т. 87, № 10, 1785-1790.

2. Лебедева О. В., Сипкина Е. И., Пожидаев Ю. Н. Физикохимия поверхности и защита материалов, 2017, Т. 53, №1, 75–80.

3. Крижановская О.О., Синяева Л.А., Карпов С.И. и др. Сорбционные и хроматографические процессы, 2014, Т. 14. № 5, 784–794.

4. Шумилова М. А., Петров В. Г. Теоретическая и прикладная экология, 2017, №4, 32–38.

СОЗДАНИЕ НА ФГУП «ПО «МАЯК» НОВОГО ПЛАВИТЕЛЯ С ДОННЫМ СЛИВОМ ДЛЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ ВАО В БОРОСИЛИКАТНОЕ СТЕКЛО В РАМКАХ НОВОГО КОМПЛЕКСА ОСТЕКЛОВАНИЯ

**Шайдуллин С.М.^{1,2}, Козлов П.В.^{2,3}, Ремизов М.Б.², Мелентьев А.Б.²,
Бендасов Д.И.², Вербицкий К.В.²**

¹*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, РФ, г.
Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,*

²*ФГУП «Производственное объединение «Маяк», 456784, РФ, г. Озерск,
Челябинской обл., пр. Ленина, 3, e-mail: cpl@po-mayak.ru*

³*Озерский технологический институт НИЯУ МИФИ, 456783, РФ, г.
Озерск, Челябинская обл., пр. Победы, 48*

Ключевые слова: высокоактивные отходы, алюмофосфатное стекло, боросиликатное стекло, эвакуируемый плавитель.

В настоящее время основной технологией отверждения высокоактивных отходов, получившей признание в мире, является остекловывание. На ФГУП «ПО «Маяк» данный способ применяется в промышленном масштабе с 1987 г. Иммобилизация жидких ВАО радиохимического производства в устойчивый матричный материал происходит на неэвакуируемых плавителях прямого электрического нагрева типа ЭП-500. За прошедший период времени на предприятии отработали расчетный срок и были выведены из эксплуатации 4 подобные печи. В 2010 г. Была остановлена печь ЭП-500/4. В результате работы данных печей за 15,3 года (эффективное время эксплуатации оборудования) было отверждено 28600 м³ ЖРО с получением 6200 т высокоактивного алюмофосфатного стекла, содержащего радионуклиды, суммарная активность которых на момент отверждения составляла около 640 млн. Ки [1].

С 27 декабря 2016 года введена в эксплуатацию на жидких ВАО пятая промышленная электропечь ЭП-500/5. Проектный срок ее эксплуатации составляет 6 лет, производительность по стеклу – до 100 кг/ч, по раствору – 350 л/ч, масса – 130 т, потребляемая мощность – до 500 кВт.

Электропечь ЭП-500/5 является последним неэвакуируемым плавителем данного типа. Следующие за ней электропечи должны будут иметь предусмотренную проектом процедуру демонтажа, разборки и удаления для обеспечения соответствия природоохранному законодательству и снижению издержек при создании новых установок за счет использования значительной части инфраструктуры.

Ориентировочно в 2026 году в работу должен быть запущен новый комплекс остекловывания, универсальный по составу отверждаемых ЖРО. Согласно разработанной концепции нового комплекса остекловывания в его составе предполагается использование двух эвакуируемых плавителей прямого электрического нагрева на алюмофосфатном стекле и эвакуируемый малогабаритный плавитель прямого электрического нагрева на боросиликатном стекле.

В отличие от печей типа ЭП-500, плавитель представляет собой малогабаритную печь остекловывания прямого джоулевого нагрева мощностью до 250 кВт, производительность по стеклу – до 12 кг/ч, по раствору – 20 л/ч. Конструкция плавителя предполагает удаление печи после выработки срока службы в контейнер (ТУК). Внешний корпус плавителя изготовлен из нержавеющей стали, электроды – из сплава, стойкого к коррозии в расплаве стекла. Охлаждение электродов и пода печи осуществляется сжатым воздухом.

Варочная огнеупорная ванна плавителя имеет воронкообразную форму, изготовлена из керамических блоков с дополнительной теплоизоляцией. Плавитель оборудован донным сливным устройством с фильерой, нагреваемой индукционным способом. Система охлаждения установки индукционного нагрева – водяная. Остекловывание происходит в процессе расплавления стеклофриты и ее смешения с модельным раствором ВАО. Слив стекломассы в бидон осуществляется при разогреве фильеры. Остановка слива осуществляется при одновременном отключении индуктора и подаче охлаждающего воздуха в специально организованные полости конструкции.

В 2018-2019 годах проведена обкатка всех основных и вспомогательных систем стенда опытного плавителя. Проведен запуск стенда для проведения испытаний конструкции плавителя и отработки технологии варки стекла. Получены теплофизические данные кладки и изучены электрические параметры работы плавителя. Отработаны системы контроля и управления технологическим процессом, охлаждения конструктивных элементов плавителя, загрузки стеклофриты и растворов, слива стекломассы. Общая продолжительность испытаний составила 285 суток.

По итогам испытаний произведена разборка плавителя, оценка коррозионных, термических, механических повреждений конструктивных элементов.

1. П.В. Козлов, М.Б. Ремизов, Е.А. Беланова, Н.В. Власова, В.А. Орлова, К.В. Мартынов. Модификация состава алюмофосфатных стёкол с имитаторами ВАО для повышения их устойчивости. 1. Влияние модификаторов на вязкость и кристаллизационную способность расплавов // Вопросы радиационной безопасности. 2019. № 1. С. 3–15.

ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА В СФЕРИЧЕСКИЕ ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ПЛАЗМЫ

Шеховцов В.В., Волокитин О.Г.,
Скрипникова Н.К., Семеновых М.А.

*ФГБОУ ВО "Томский государственный архитектурно-строительный университет" 634003, Томская область, г. Томск, Соляная площадь, д. 2;
Shehovcov2010@yandex.ru*

Ключевые состав: утилизация отходов, зольный остаток ГРЭС, технология, микросферы, энергия плазмы

Процессы, протекающие при взаимодействии потоков плазмы с твердофазным сырьем, можно отнести к классу неравновесных процессов. При воздействии потоков плазмы на твердофазные частицы возможно как изменять физико-химические свойства частицы без изменения ее формы, так и изменять ее форму с определенной степенью изменения физико-химических свойств.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований получения сферических порошковых материалов на основе зольного остатка ГРЭС с использованием энергии плазмы [1, 2]. Распределение химического состава в данном материале представлено в разупорядоченном виде. Таким образом, стоит рассматривать эффективность плазменного воздействия с учетом распределения элементов по объему частицы. На рисунке 1 представлено массовые и атомные доли элементов (а) и морфология полученных микросфер (б).

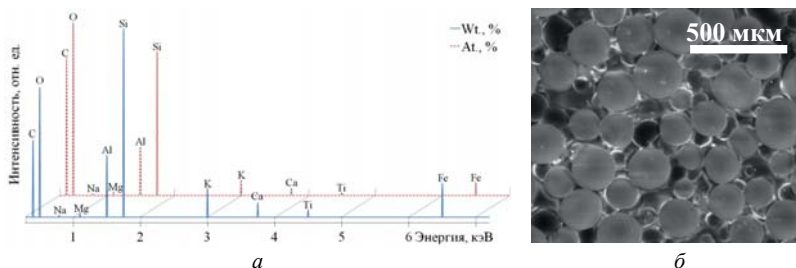


Рисунок 1. Элементный состав (а) и микрофотография поверхности микросфер на основе зольного остатка ГРЭС (б)

Элементный состав (массовый и атомный) для микросфер на основе зольного остатка ГРЭС согласуется с результатами химического анализа [3]. Содержание кремния (Si) и алюминия (Al) достигает 34,41 и

11,34 мас. % соответственно. Достаточно весомый вклад вносит железо (Fe) и калий (K) с концентрациями 6,23 и 5,29 мас. %. Присутствуют следы натрия (Na), магния (Mg), титана (Ti) и кальция (Ca), суммарная концентрация, которых, достигает 4,96 мас. %. Концентрация кислорода (O) соответствует значению 23,67 мас. %. Наличие углерода (C) 14,10 мас. % обосновано исходным составом сырья.

Морфология полученных микросфер на основе зольного остатка ГРЭС характеризуется отсутствием ярко выраженных дефектов в виде трещин, открытых пор, присутствием на поверхности приплавленных частиц исходного сырья микронного размера. Как говорилось выше, при рассмотрении многокомпонентных систем стоит учитывать распределение элементов в объеме частицы. На рисунке 2 представлены результаты рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии в виде качественных карт распределения элементного состава в поверхностном слое оболочки микросферы. Наличие затемненных левых нижних углов на полученных элементных картах обусловлено сферической формой частиц.



Рисунок 2. Качественное распределение элементного состава в спектре

Оценивая качественные карты распределения элементного состава, полученные для полых микросфер на основе зольного остатка ГРЭС, следует сделать вывод, что воздействие потока термической плазмы приводит к гомогенизации расплава (полая капля) за счет высокой концентрации энергии, воздействующей на многокомпонентную систему (агломерат). Таким образом, можно считать, что оболочка полученных полых микросфер на основе зольного остатка ГРЭС является гомогенной и представлена алумосиликатным составом.

1. Волокитин Г.Г., Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Волланд С. Физико-химические процессы получения зольных микросфер с использованием низкотемпературной плазмы / Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 3 (56). С. 139-145.

2. Шеховцов В.В., Волокитин О.Г. Технология получения микросфер различной структуры на основе золошлаковых отходов плазменным методом / Техника и технология силикатов. 2017. Т. 24. № 3. С. 2-6.

3. Шеховцов В.В., Волокитин О.Г., Отмахов В.И., Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К. Исследование полых микросфер, полученных на основе золошлаковых отходов ТЭС кемеровской области в потоке термической плазмы / Стекло и керамика. 2018. № 1. С. 36-39.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИСТИРОЛА

Шипицин Ю.С., Галкина Д.В., Сайдакова К.В., Щёлоков А.И.

*ФГБАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8;
shipitsin.ius@students.dvfu.ru*

Ключевые слова: отходы полистирола, технология вторичной переработки

В настоящее время проблема вторичной переработки пластиковых отходов остро стоит в большинстве стран мира. В РФ доля пластиковых отходов в общем объеме ТКО по состоянию на 2017 год составила от 5 до 15 % в зависимости от региона [1]. Совершенно очевидно, что данный показатель будет увеличиваться ввиду общей тенденции роста потребления полимерных материалов и изделий. Доля полистирола (ПС) в общем объеме ТКО составляет 8 % [2], а из них отправляется на вторичную переработку лишь 12 % [3]. При этом данный полимер является дефицитным и дорогостоящим пластиком. Малоразвитость и несовершенство применяемых в России производственных линий по утилизации отходов ПС, в особенности вспененного, препятствуют вовлечению отходов ПС во вторичный оборот.

Таким образом, разработка технологий вторичной переработки отходов полистирола является востребованной и актуальной.

Разрабатываемая нами технология вторичной переработки отходов ПС основана на методе бесшпального центробежного прядения полимерных волокон [4, 5], позволяет получить волокнистые нетканые материалы, имеющие потенциал применения в качестве нефтесорбентов и теплоизоляции. Бесспорными преимуществами данного способа являются: применение растворной концепции переработки пластиков, получение готового товарного продукта, исключение излишнего термического воздействия на полимер, снижение количества стадий переработки [6].

Таблица 1 – Зависимость диаметра волокон, полученных при частоте вращения распределяющего устройства 1600 об./мин. и среднем расходе исходного сырья 0,15 мл/с, от вязкости и концентрации раствора полистирола

№ образца	Вязкость, мм ² /с (при t = 23 °С)	Концентрация, г/мл	Средний диаметр, мкм
1	9,72	0,10	–
2	41,04	0,20	9,92 ± 1,87
3	70,01	0,25	31,53 ± 8,70
4	134,54	0,30	–

Обнаружено, что данный процесс обладает ограничениями прядомости волокна по концентрации применяемых растворов (см. Таблицу 1). Также нами замечена тенденция увеличения жесткости – диаметра волокон, с повышением концентрации исходного раствора (см. Таблицу 1 и Рисунки 1 и 2).

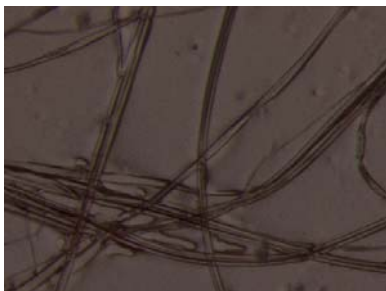


Рисунок 1 - Микрофотография образца № 2 ПС волокна (увеличение 100 крат)

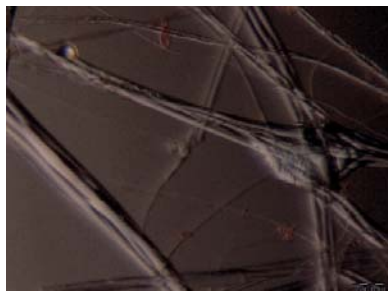


Рисунок 2 – Микрофотография образца № 3 ПС волокна (увеличение 100 крат)

Таким образом, показано, что переработка отходов полистирола методом бесоплового центробежного прядения из растворов позволяет получить волокнистые нетканые материалы; варьируя концентрацию/вязкость раствора полимера можно регулировать толщину волокна, а, следовательно, жесткость изделия.

1. Ведущий информационно-аналитический центр в российской нефтехимической отрасли «Рупек» [Электронный ресурс] / Разработчик: Информационно-аналитический центр «Рупек». – Режим доступа: <http://www.rupec.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Отраслевой портал «Unipack» [Электронный ресурс] / Разработчик: ООО «Интерлабс». – Режим доступа: <https://article.unipack.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

3. Волкова А. В. Рынок утилизации отходов / А. В. Волкова. – Национальный исследовательский университет высшей школы экономики.: Центр развития, 2018. – 87 с.

4. Effective method for high-throughput manufacturing of ultrafine fibres via needleless centrifugal spinning / H. Chen, H. Xu, J. Sun, C. Liu, B. Yang // Nano Letters. – 2015. – Vol. 10, N. 2. – P. 81-84.

5. Polymer Nanofibers via Nozzle-Free Centrifugal Spinning / R. T. Weitz, L. Harnau, S. Rauschenbach, M. Burghard, K. Kern // Nano Letters – 2008. – Vol. 8, N. 4. – P. 1187-1191.

6. Ла Мантя, Ф. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантя (ред.); пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.

**ВЛИЯНИЕ ИМИТАТОРОВ СРЕДНЕАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА
ФАЗООБРАЗОВАНИЕ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ
 $TiO_2 - Al_2O_3 - ZrO_2 - MgO$**

Шубабко О.Э., Варганиян М.А., Растунова И.Л.

*Российский химико-технологический университет им. Менделеева,
125047 Россия, г. Москва, Миусская пл., д 9;
cjjg@mail.ru*

Ключевые слова: иммобилизация РАО, керамика.

В геологических формациях находятся минералы, в состав которых входят радиоактивные элементы, присутствующие и в радиоактивных отходах. Некоторые минералы способны принимать в свой состав продукты деления и коррозии, или же аккумулировать в своей структуре значительные количества активных элементов. Эти минералы в течение миллионов лет являются геологически и радиационно стабильными, поэтому исследования, направленные на получение искусственных материалов, имитирующих такие минералы, обладают большими перспективами [1].

В РХТУ им. Д.И. Менделеева ведутся работы по получению и исследованию матрицы состава $TiO_2 - Al_2O_3 - ZrO_2 - MgO$ (TAZM) для иммобилизации среднеактивных отходов. В качестве имитаторов в работе использовали соединения Ва и Sr (в форме стабильных изотопов), основное внимание уделяли изучению эволюции фазового состава материала в зависимости от содержания имитатора (5 ... 15 мас. %).

Результатом работы стал сравнительный анализ фазового состава керамических материалов. Показано, что используемые имитаторы, не смотря на сходство химических свойств, демонстрируют различное взаимодействие с матрицей TAZM: Ва²⁺ в большей части находится в твердых растворах, и не формирует отдельные фазы, а Sr²⁺ участвует в образовании SrZrO₃ и SrTiO₃, что хорошо согласуется с данными о ионных радиусах этих элементов (Ва²⁺ = 1,35 Å, Sr²⁺ = 1,18 Å). Это, в свою очередь, приводит к различию свойств матрицы с имитаторами, в особенности – значительно большей устойчивости стронций содержащих материалов к выщелачиванию (ГОСТ Р 52126-2003).

1. Юдинцев С. В., Стефановский С. В., Никольский М. С., Стефановская О. И., Никонов Б. С. Браннерит UTi₂O₆: кристаллохимия, синтез, свойства, применение для иммобилизации актинидных отходов // Радиохимия. 2016. Т. 58, № 4. С. 289–301

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН В МЕЛКОЗЕРНИСТОМ БЕТОНЕ

**Ярусова С.Б.^{1,2,*}, Сковпень А.В.², Козин А.В.³, Иваненко Н.В.²,
Гордиенко П.С.¹**

¹ *Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690022, Россия, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159 Д*

² *Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41*

³ *Дальневосточный федеральный университет, 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8
yarusova_10@mail.ru*

Ключевые слова: отходы бурения, мелкозернистый бетон, прочность

Необходимость разработки и внедрения технологий переработки отходов бурения является актуальной задачей в связи с их интенсивным накоплением в больших объемах и негативным влиянием на окружающую среду. Усиливается и государственный контроль за соблюдением требований природоохранного законодательства предприятиями нефтедобычи [1]. Среди многообразия существующих методов утилизации отходов бурения (физических, химических, физико-химических, термических и биологических) выделяют гидрофобизацию, экстракционный и термический методы как наиболее распространенные [2]. В работе [3] описан процесс утилизации отработанного бурового отхода реагентным методом и показано, что использование данного бурового шлама в качестве добавки к портландцементу способствует повышению прочности цементного камня при сжатии.

Целью работы является исследование возможности использования бурового отхода в качестве добавки в мелкозернистый бетон.

Для исследований были взяты образцы буровых отходов Каменного нефтяного месторождения, расположенного на территории Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

Рентгенофазовый анализ высушенного образца при температуре 85°C показал наличие следующих фаз: кальцит CaCO_3 , алумосиликат калия $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{11}$, пеннин $\text{Mg}_{9.8}\text{Al}_{1.6}\text{Fe}_{0.6}(\text{Si}_{6.3}\text{Al}_{1.68}\text{O}_{19.96})\text{OH}_{15.84}$, кварц SiO_2 .

Термический анализ шлама показал общую потерю веса ~ 11%. Эндозффект на термограмме при 75°C связан с потерей воды, экзоэффекты при 311, 404 и 553°C – с разложением органической компоненты шлама (нефтепродуктов). Рентгенофазовый анализ нелетучего остатка образца после после нагрева до 900°C (при

термогравиметрическом анализе) характеризуется наличием следующих фаз: кварц SiO_2 , магнетит Fe_3O_4 , волластонит CaSiO_3 , силлиманит $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$.

На рисунке приведены данные по прочностным характеристикам бетона, полученного при введении добавки отходов бурения (после предварительного обжига при 600°C) в количестве 4 и 6 % масс.

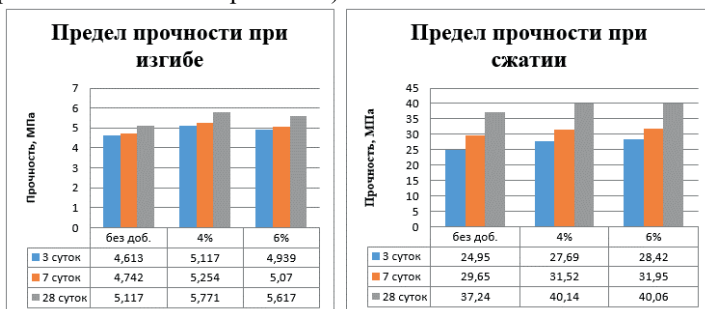


Рисунок. Влияние добавки отходов бурения на прочность мелкозернистого бетона при изгибе и при сжатии

Результаты исследований показали, что при введении бурового отхода в количестве 4 и 6 % масс. предел прочности мелкозернистого бетона через 28 суток увеличивается: при изгибе на 13 и 10 % соответственно, при сжатии – на 8 %.

Таким образом, полученные результаты показали возможность использования буровых отходов в качестве добавки в мелкозернистый бетон. Представляет научно-практический интерес проведение дальнейших исследований по влиянию добавки бурового отхода в различных количествах в мелкозернистый бетон на его прочностные характеристики, водопоглощение и морозостойкость. Данные исследования представляют интерес при выработке конкретных практических рекомендаций по использованию буровых отходов аналогичного состава в строительной отрасли.

1. Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Будников Б.О., Куприна Е.Э., Народицкис А., Зинкевич И.Н., Бабийчук А.И. Перспективы развития технологий утилизации буровых отходов в нефтегазодобывающем комплексе // Вести газовой науки. 2017. С.61–67.

2. Ягафарова Г.Г., Рахматуллин Д.В., Инсапов А.Н. Современные методы утилизации буровых отходов // Нефтегазовое дело. 2018. Т.16. № 2. С.123–129. DOI: 10.17122/ngdelo-2018-2-123-129

3. Ягафарова Г.Г., Матвеев Ю.Г., Агзамов Ф.А., Рахматуллин В.Р., Рахматуллин Д.В. Применение утилизированного бурового шлама в качестве добавки к порландцементу // Нефтегазовое дело. 2011. Т.9. № 4. С. 37–39.

ИГОЛЬЧАТЫЙ ВОЛЛАСТОНИТ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА БОРНОЙ КИСЛОТЫ

Ярусова С.Б.^{1,2}, Гордиенко П.С.¹, Козин А.В.³

¹ *Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690022, Россия, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159 Д*

² *Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41*

³ *Дальневосточный федеральный университет, 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8
yarusova_10@mail.ru*

Ключевые слова: гипсовые техногенные отходы, игольчатый волластонит, отходы производства борной кислоты, борогипс

Проблема использования многотоннажных гипсосодержащих техногенных отходов, образующихся в результате деятельности предприятий химической, пищевой и др. отраслей промышленности (например, фосфогипс, борогипс, хлорогипс, феррогипс, титаногипс), представляет определенный научно-практический интерес и активно рассматривается многими исследователями. Интересным направлением использования гипсовых техногенных отходов является получение силикатов кальция, широко применяющихся в различных отраслях промышленности, в том числе волластонита $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}$, обладающего ценными технологическими свойствами [1–3]. Игольчатый волластонит с высоким соотношением длины зерен к диаметру используется как микроармирующий наполнитель в полимерах, эластомерах и покрытиях для придания изделиям термической устойчивости, коррозионной стойкости и сопротивления к истиранию. В тройку лидеров по производству волластонита входят Китай, Индия и США, в Российской Федерации его добыча практически отсутствует.

В Институте химии Дальневосточного отделения Российской академии наук предложен гидротермальный способ получения игольчатого волластонита из отходов производства борной кислоты (борогипса), накопленных на территории Дальневосточного федерального округа (г. Дальнегорск и г. Комсомольск-на-Амуре) [4]. Борогипс (содержание основных компонентов, мас. %: SiO_2 –32.2; CaO –28.4; SO_3 –31.3; Fe_2O_3 – 2.7) смешивали с раствором гидроксида калия квалификации «ч.д.а» в стехиометрическом соотношении. Синтез проводили в автоклаве компании Parr Instrument (USA) 4848 при температуре 220°C в течение 3 ч. После окончания заданного интервала времени полученный осадок промывали дистиллированной водой,

отделяли от раствора фильтрованием и сушили в течение нескольких часов. Для получения волластонита осадок обжигали в муфельной печи при 900–1000 °С в течение 1 ч.

Согласно данным рентгенофазового анализа (РФА), в составе осадка, полученного в результате щелочной обработки борогипса в автоклаве, обнаружены кристаллические фазы непрореагировавшего безводного сульфата кальция CaSO_4 , тоберморита $\text{Ca}_5(\text{OH})_2\text{Si}_6\text{O}_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и ксонотлита $\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH})_2$. В результате обжига полученного осадка при 1000 °С в составе образца присутствует только фаза волластонита триклинной модификации (с параметрами кристаллической ячейки: $a=7.92580$; $b=7.32020$; $c=7.06530$; $\alpha=90.055$; $\beta=95.217$; $\gamma=103.426$).

Согласно данным сканирующей электронной микроскопии, полученный волластонит состоит из агломератов частиц, имеющих преимущественно игольчатую форму (рисунок).

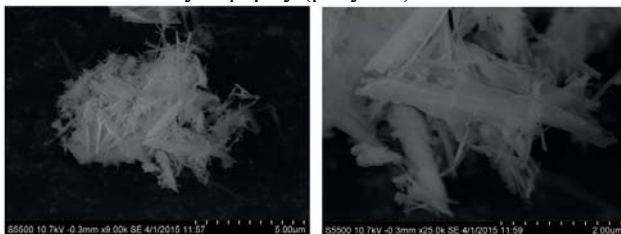


Рисунок. СЭМ изображения микрочастиц образца, полученного в результате автоклавного синтеза при 220 °С, после обжига при 1000 °С в течение 1 ч

Таким образом, отходы производства борной кислоты в виде борогипса являются потенциальным сырьем для получения синтетического игольчатого волластонита. Создание производства синтетического волластонита будет способствовать снижению потребности России в волластонитовом сырье при одновременном решении проблемы утилизации многотоннажных техногенных месторождений.

1. Гладун В.Д., Акатьева Л.В., Холькин А.И. Синтетические силикаты кальция. – М.: ИРИСБУК, 2011. 232 с.

2. Гладун В.Д., Акатьева Л.В., Андреева Н.Н., Холькин А.И. Получение и применение синтетического волластонита из природного и техногенного сырья // Химическая технология. 2004. № 9. С.4–11.

3. Тюльнин В.А., Ткач В.Р., Эйрих В.И., Стародубцев Н.П. Волластонит: уникальное минеральное сырье многоцелевого назначения. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2003. 144 с.

4. Пат. 2595682 Российская Федерация, МПК С01В 33/24; С30В 7/10; С30В 29/34; С30В 29/62; В82В 3/00; В82У 40/00. Способ получения волластонита / П.С. Гордиенко, С.Б. Ярусова, А.В. Козин, В.А. Степанова, И.А. Шабалин, И.Г. Жевтун. – № 2015141614/05; заявл. 30.09.2015 ; опубл. 27.08.16, Бюл. № 24.

СЕКЦИЯ 4

*Химическая технология
органических и неорганических
веществ*

АЛКИЛИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА ИЗОПРОПАНОЛОМ НА КАТАЛИЗАТОРАХ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ТИПА ZSM-5

Абдуллаева Н.М.¹, Воскресенский Л.Г.²

*Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, AZ 1148,
Азербайджан, Баку, 3. Халилова 23*
*Российский университет дружбы народов, 117198, Россия Москва, ул.
Миклухо-Маклая, 6, nigaramirova@yandex.ru*

Ключевые слова: алкилирование, изопропилтолуолы, цеолит ZSM-5

Продукты алкилирования толуола изопропанолом пара- и мета-изопропилтолуолы (цимолы) широко применяют для получения изо- и терефталевой кислот, крезолов и других важных продуктов органического синтеза. Однако, на данный момент широко используют гомогенные кислотные катализаторы, которые быстро дезактивируются и загрязняют окружающую среду.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния модификации цеолита типа ZSM-5 магнием и лантаном на его каталитические свойства в реакции алкилирования толуола изопропанолом.

Для исследования использовали цеолит ZSM-5 с $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=61$, который путем ионного обмена и прокалки переводили в H-форму. Катализаторы, модифицированные 1,0-7,0 мас.% MgO и La_2O_3 , получали пропиткой H-форм цеолита водными растворами нитратов магния и лантана. Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора объемом 5 см^3 при атмосферном давлении в присутствии водорода в интервале температур 250-350°C, объемной скоростью подачи сырья 2 ч^{-1} и мольном отношении $\text{C}_7\text{H}_8:\text{i-C}_3\text{H}_7\text{OH}:\text{H}_2=2:1:2$.

На H-ZSM-5 с увеличением температуры реакции с 250°C до 350°C конверсия толуола возрастает с 0,2 до 27,7 мас.%. На H-ZSM-5 наблюдается существенное протекание побочных реакций. Модифицирование цеолита H-ZSM-5 Mg и La приводит к существенному изменению его физико-химических и каталитических свойств. Увеличение концентрации MgO и La_2O_3 в H-ZSM-5 до 5,0 мас.% способствует возрастанию селективности по цимолам до 69,6-73,5% и резкому увеличению содержания п-цимола в смеси цимолов до 70,8-72,6%. Причем до температуры 330°C на этих образцах не наблюдается образование о-цимола. Увеличение содержания MgO и La_2O_3 в H-ZSM-5 до 7,0 мас.% не приводит к возрастанию селективности по цимолу. В результате модифицирования уменьшается протонная кислотность, и сужаются поры цеолита, что и приводит к возрастанию п-селективности.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА РУД ЧУКТУКОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ НИОБИЙ-РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ШЛАКА И ФОСФОРИСТОГО ЧУГУНА

Агафонов Д.Г., Садыхов Г.Б., Копьёв Д.Ю., Олюнина Т.В.

*ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, Россия, г. Москва,
Ленинский пр., 49;
agafonov-1802@mail.ru*

Ключевые слова: Чуктуконское месторождение, редкие и редкоземельные металлы, восстановительный обжиг, ниобий-редкоземельный шлак, фосфористый чугун

В последнее время рынок редких и редкоземельных металлов (РЗМ) растет быстрыми темпами (около 10 % в год) в связи с повышенным спросом в высокотехнологичных отраслях: в производстве постоянных магнитов, аккумуляторных батарей; люминофоров, сверхпроводников, катализаторов, металлических сплавов и др.

Монополистами по производству РЗМ и ниобия являются Китай и Бразилия, которые контролируют более 90 % мирового производства [1]. По прогнозным ресурсам редких земель Россия занимает второе место в мире после Китая [2]. Поэтому необходимость в создании собственной отечественной сырьевой базы редкометальной промышленности является актуальной задачей. Среди всех российских месторождений наиболее богатыми по содержанию ниобия и РЗМ являются два месторождения - Томторское и Чуктуконское [3]. С точки зрения расположения и наличия транспортной инфраструктуры Чуктуконское месторождение ниобий-редкоземельных руд является более привлекательным [4].

Редкометальные руды Чуктуконского месторождения имеют сложный состав и характеризуются высокой дисперсностью и сложенностью минеральных фаз, что делает обогащение данных руд затруднительным и, следовательно, неэффективным. Гидрометаллургические способы переработки неприемлемы из-за высокого содержания железа и фосфора в руде, приводящие к образованию большого объема железосодержащих стоков, требующих утилизации [5]. Поэтому наиболее эффективна пирогидрометаллургическая схема переработки руд с получением фосфористого чугуна после восстановительного обжига и концентратов ниобия, РЗМ и марганца, полученных после гидрометаллургической переработки шлака.

В ИМЕТ РАН проводились исследования по высокотемпературному восстановительному обжигу руд Чуктуконского месторождения с целью максимального перевода железа и фосфора в чугуны, а ниобий, РЗМ и марганца в шлак. Установлено, что при температуре выше 1400°C наблюдается наилучшее разделение металла и шлака. При добавке кокса 11-15 % от массы руды выход шлака составил около 25 %, в то время как выход металлического продукта - 46 %. Извлечение ниобия в шлаковую фазу составило около 95 %, марганца - 85 %. Все редкие земли остаются в шлаковой фазе. В качестве металлического продукта получался низкокремнистый высокофосфористый чугун с содержанием фосфора 3,5 % при его степени извлечения в металл 88 %.

После процесса восстановительного обжига концентрация ниобия и РЗМ в шлаковой фазе увеличивается практически в 4 раза при содержании в ней железа не более 2 %. Это существенно облегчит дальнейшую гидрOMETALLургическую переработку ниобий-редкоземельного шлака соляной кислотой с получением концентратов ниобия, редких земель и марганца. Перспективным направлением для использования получаемого фосфористого чугуна является производство тормозных колодок, используемых в железнодорожном транспорте [6].

Работа выполнена по госзаданию №075-00746-19-00.

1. Чердниченко И.В., Оспенникова О.Г., Пискорский В.П. и др. Материалы для постоянных магнитов (обзор)//Новости материаловедения. Наука и техника, Москва, 2016, 4 (22), 43-57.

2. Андреев М.Н. Анализ современного состояния добычи и обогащения редкоземельных металлов в России//Геотехнология разработки месторождений твердых полезных ископаемых, Санкт-Петербург, 2014, 9-11.

3. Сердюк С.С., Ломаев В.Г., Кузьмин В.И. и др. Красноярский кластер - стратегический приоритет развития редкометалльной промышленности России//Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии, Красноярск, 2015, 7 (8), 816-834.

4. Кузьмин В.И., Пашков Г.Л., Кузьмина В.Н. и др. Технологические аспекты переработки редкометалльных руд Чуктуконского месторождения//Химия в интересах устойчивого развития, Новосибирск, 2010, 18, 331-338.

5. Nebeal Faris, Rahul Ram, James Tardio et al. Application of ferrous pyrometallurgy to the beneficiation of rare earth bearing iron ores - A review//Minerals Engineering, 2017, 110, 20-30.

6. Маршев В.И. Высокофосфористый чугун для тормозных колодок скоростных локомотивов: Автореферат. Дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук, Москва, 2006, 19-21.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМОЛЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ТИОФЕНА

Акчурина А.Р.

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
119991, Россия, г. Москва, Ленинский пр., 65;
anyushka97@bk.ru*

Ключевые слова: переработка горючих сланцев, сланцевая смола, сера, тиофен.

Горючие сланцы – разновидность твердого топлива, которое имеет множество преимуществ перед другими видами сырья для химической и энергетической промышленности. Помимо того, что горючие сланцы могут быть использованы для получения энергии, также они могут служить источником ценных химических веществ и элементов, таких как тиофен, рений, ванадий, молибден и др. Ресурсы сланцевого углеводородного сырья Российской Федерации весьма значительны.

Содержание серы в горючих сланцах является одним из основных показателей их качества, поскольку при высокотемпературной переработке данного вида сырья сера переходит в жидкие продукты – в сланцевую смолу и затрудняет ее использование в качестве топлива [1].

Содержание серы в горючих сланцах может варьироваться от 0,1 % до 5-6 %, а в некоторых случаях и достигать 12%. Основными разновидностями серы, присутствующей в горючих сланцах, являются сульфидная, сульфатная и органическая сера. В горючих сланцах Волжского бассейна преобладает сера органическая (до 70%) [2].

Для Кашпирского месторождения содержание общей серы в горючих сланцах составляет 8%, причем преобладает содержание органической и сульфатной серы. Также, в различных пластах содержание серы отличается в 2-2,5 раза.

В смоле горючих сланцев Поволжья были обнаружены тиофен и его производные, что свидетельствует о том, что в их органическом веществе сера входит в состав алкилпроизводных тиофена и бензотиофеновых структур.

Тиофен может быть сырьем для получения целого ряда ценных химических продуктов, например, гербицидов. Гербициды – это специализированные препараты, разработанные для уничтожения сорных растений. Активность таких гербицидов велика даже в случае их использования в небольших количествах, что положительно влияет на экономику и экологическую чистоту. Также тиофен применяется для синтеза лекарственных препаратов в медицине.

Тиофен может применяться для получения кремнийорганических полимеров, антидетонационных присадок к топливам, селективных синтетических адсорбентов, антиоксидантов и ускорителей вулканизации каучуков, селективных растворителей, флотореагентов [3].

Существует два основных варианта использования горючих сланцев:

1. Топливо-энергетическое.
2. Химико-технологическое.

Топливо-энергетическое направление подразумевает использование горючих сланцев только в качестве топлива для получения электрической и тепловой энергии.

Химико-технологическое использование горючих сланцев подразумевает получение газа и сланцевой смолы, из которой в дальнейшем возможно извлечение ценных химических компонентов, таких как тиофен. Горючие сланцы служат источником получения более 60 наименований химических продуктов, используемых в различных отраслях. Для горючих сланцев Волжского бассейна такой вариант переработки может стать актуальным, в связи с высоким содержанием серы, а также других микроэлементов (рений, ванадий, молибден).

В результате термической переработки горючих сланцев образуется также такой продукт, как зольный остаток, который является огромным резервом дешевого сырья для производства разнообразного комплекса строительных материалов, прежде всего вяжущих веществ. Из зольного остатка производят строительные блоки и панели, автоклавные ячеистые и тяжелые бетоны, силикатный кирпич, высокомарочный портландцемент [4].

Так как переработка горючих сланцев с целью получения высококачественных топлив требует большие затраты на очистку от сернистых соединений (гидроочистка), то рентабельно было бы проводить дополнительно выделение из смолы горючих сланцев соединений тиофенового ряда.

1. Стрижакова Ю. А. Генезис, составы, ресурсы. – М.: Недра, 2008. – 192 с.
2. Лapidус А. Л., Стрижакова Ю. А. Горючие сланцы – альтернативное сырье для химии // Вестник Российской академии наук. – 2014. - № 9. – с. 823-829.
3. Лapidус А. Л., Бейлина Н. Ю., Худяков Д.С., Жагфаров Ф. Г., Илясов В. Н. Комплексная переработка горючих сланцев Волжского бассейна // Химия твердого топлива. – 2018. - № 2. - с. 6-13.
4. Хачатурян В. Г. Опыт и перспективы использования горючих сланцев в промышленности России и за рубежом//Известия ТулГУ. Науки о земле. – 2016. – Вып. 3 – с. 216-223.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КЕРАМИКИ $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$

Алиханов Н.М.-Р., Садыков С.А.,
Гаджимагомедов С.Х., Эмиров Р. М.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», 367000,
Россия, г. Махачкала, Россия;
alihanov.nariman@mail.ru

Ключевые слова: мультиферроики, феррит висмута, структура и свойства

Изготовлены наноструктурированные керамические образцы составов BSFO ($\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$, с $x = 0-0,2$) из нанопорошков, синтезированных методом [1] сжигания нитрат органических прекурсоров. Проведен рентгеноструктурный анализ образцов BSFO (рис. 1).

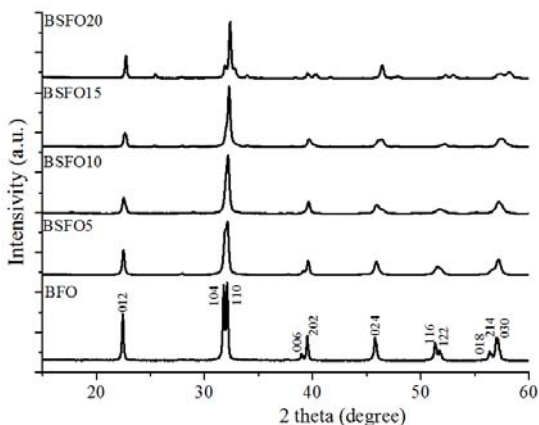


Рисунок 1. Рентгеноструктурный анализ составов $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$

Установлено, что BSFO5, а также BFO кристаллизуется в ромбоэдрически искаженной структуре перовскита с пространственной группой $R3c$. Анализ состава BSFO10 указывает на наличие новой орторомбической (пространственная группа: $Pbam$) фазы. При замещении 15% висмута кристаллическая структура полностью трансформируется из ромбоэдрической в орторомбическую фазу.

Работа была поддержана грантом РФФИ № 20-08-00242А.

1. S. A. Sadykov, N. M-R. Alikhanov, S. N. Kallaev et al. // Physics of the Solid State, 2019, V. 61, P. 2069–2074.

СИНТЕЗ ТИОАНГИДРИДОВ 3-МОРФОЛИНОПРОПИЛКАРБАМОТИОЕВЫЙ КИСЛОТЫ

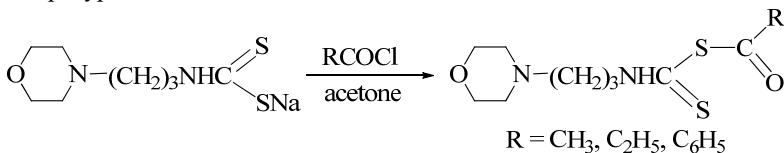
Ануарбекова И.Н., Муканова М.С.

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»,
050010, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Уалиханова, 106;
indikosha_1987@mail.ru*

Ключевые слова: 3-морфолинопропилкарбамотиоевая кислота, тиоангидриды.

Известно, что дитиокарбаматы обладают гербицидной, фунгицидной, рострегулирующей и другими видами активности. С целью поиска потенциальных регуляторов роста растений в ряду дитиокарбаминовых производных нами синтезированы тиоангидриды 3-морфолинопропилкарбамотиоевой кислоты.

Реакцию ацилирования проводили взаимодействием (3-морфолинпропил)карбамадитиоата натрия с хлорангидридами (уксусный, пропионовый, бензойный) в среде ацетона при комнатной температуре в течение 2-3 часов.



В результате синтезированы тиоангидриды с соответствующими выходами: уксусный (3-морфолинпропил)карбамадитиоангидрид (48%); пропионовый (3-морфолинпропил)карбамадитиоангидрид (73%); бензойный (3-морфолинпропил)карбамадитиоангидрид (53%).

Строение синтезированных тиоангидридов установлено на основании данных ИК спектров и спектроскопии ЯМР ^1H и ^{13}C .

В результате биологических исследований синтезированных соединений на рострегулирующую активность выявлены тиоангидриды, обладающие высокой ростостимулирующей активностью. Обнаружено, что бензойный (3-морфолинпропил)карбамадитиоангидрид обладает свойствами стимулятора побегообразования, пропионовый (3-морфолинпропил)карбамадитиоангидрид является эффективным стимулятором прорастания семян пшеницы.

Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования № BR05234667 «Физико-химические основы создания неорганических, органических, полимерных соединений, систем и материалов с заданными свойствами».

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ФУРАНОВОЙ СМОЛЫ И ДИСТИЛЛИРОВАННОГО ТАЛЛОВОГО МАСЛА

**Артемьева А.А., Егоров П.А., Быкова В.М., Шалфеева Э.Н.,
Сазанова А.А., Насакин О.Е.**

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
Annaartmeva235@mail.ru*

Ключевые слова: фурановые полимеры, мономер ФА, дистиллированное талловое масло, прочность, водопоглощение, плотность

Мономеры и олигомеры, полученные из фурфурола и ацетона, широко применяются как самостоятельно в качестве связующих, так и в модифицированном виде. Например, введение в фурановый мономер ФА минеральных наполнителей и катализатора приводит к получению материалов, отверждаемых на холоду, имеющих черный цвет и обладающих высокой химической и механической прочностью. Их называют пластобетонами, и применяют в гидротехнических и подземных сооружениях, для изготовления электролитических ванн и др.[1].

Ранее нами была проведена работа по модификации мономеров ФА, ФАМ, которые являются продуктами конденсации фурфурола и ацетона, сырым талловым маслом, жирными кислотами таллового масла, фурфуролом - недорогими продуктами, отходами целлюлозно-бумажной промышленности. Результаты исследования показали, что добавки этих веществ улучшали технологические показатели образцов пластобетона [2-4]. Исследования в этом направлении были продолжены.

В данной работе представлены результаты по получению образцов пластобетона из фуранового связующего и дистиллированного таллового масла (ДТМ). В фурановое связующее (мономер ФА) вводили дистиллированное талловое масла в соотношении ФА : ДТМ 1:(0,1-1,5), наполнитель, катализатор, образцы отверждали при комнатной температуре. Через 15, 50 дней выдержки определяли плотность образцов по ГОСТ 15139-69 (с изм. 1), прочность на сжатие на разрывной электро - механической машине РЭМ-10А2 по ГОСТ4651-2014, водопоглощение – по ГОСТ 4650-2014. Полученные результаты сравнивали с контрольными образцами, где отсутствовало ДТМ.

Физико-механические показатели образцов представлены в таблице 1.

Приведённые результаты показывают значительное повышение физико-механических свойств полученного композиционного

материала при введении в его состав ДТМ. Предел прочности (в зависимости от количества ДТМ) увеличивается на 9,6-90,4%. Плотность увеличивается на 0,9-25,8%, водопоглощение снижается в 1,4-10,0 раз.

Таблица 1. Физико-механические свойства полимера, содержащего ДТМ

Соотношение ФА и ДТМ	Предел прочности при сжатии, кгс/см ²		Водопоглощение, %		Плотность, г/см ³	
	Через 15 дней выдержки	Через 50 дней выдержки	Через 15 дней выдержки	Через 50 дней выдержки	Через 15 дней выдержки	Через 50 дней выдержки
1:0 (Стандарт)	140,2	138,2	9,03	5,94	1,690	1,736
1:0,1	153,7	180,5	6,44	3,68	1,711	1,752
1:0,2	173,6	193,6	4,93	3,45	1,749	1,760
1:0,3	165,0	201,2	4,66	3,23	1,779	1,767
1:0,4	190,1	207,8	4,52	2,89	1,800	1,785
1:0,5	202,0	215,0	4,94	2,86	1,821	1,812
1:0,75	211,1	222,1	3,91	3,01	1,858	1,965
1:1	240,8	253,1	2,09	2,52	1,906	1,905
1:1,25	266,9	234,9	2,04	1,17	2,088	1,924
1:1,5	192,1	234,9	0,90	1,06	2,126	2,060

Как видно из табл.1, соотношения мономера ФА и ДТМ от 1:1 до 1:1,25 являются оптимальными для получения композиционного материала с высокими физико-механическими показателями.

Мы предполагаем, что полученный положительный эффект достигнут за счёт образования сополимера смоляных и жирных кислот с активными группами мономера ФА.

1. Патент № 2634482 РФ. Способ получения жесткого пенополиуретана/ Э.Н. Шалфеева, Т.В.Сахарова, В.Н.Матвеев, О.Е.Насакин, С.Ю.Васильева, А.А.Сазанова. – Оpubл. 31.10. 2017, Б.И. № 31.

2. Егоров П.А. Исследование влияния сырого таллового масла на свойства полимербетонной композиции / П.А. Егоров, Э.Н. Шалфеева, А.А. Сазанова, С.Ю. Васильева, О.Е. Насакин // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: Сб. материалов VII Всероссийской конф. с международным участием. – Чебоксары, 2018, С. 106-107.

3. Егоров П.А. Изучение влияния жирных кислот таллового масла на физико-химические свойства фуранового полимера / П.А. Егоров, В.В. Васильев, А.А. Сазанова, С.Ю. Васильева, О.Е. Насакин // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII Междунар. науч. конф. по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018, С. 117-120.

4. Васильев В.В. Изучение влияния фурфурола на свойства полимерной композиции на основе мономера ФАМ /В.В. Васильев, П.А. Егоров, А.А. Сазанова, С.Ю. Васильева, О.Е. Насакин //Химия и современность: сборник научных статей / под ред. Ю. Н. Митрасова. – Чебоксары: Чуваш.гос. пед. ун-т, 2019, С 14-17.

ПРЕВРАЩЕНИЕ МЕТАНОЛА В УГЛЕВОДОРОДЫ НА ЦЕОЛИТЕ ZSM-5 МОДИФИЦИРОВАННОМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Бабаева Т.А.¹, Бабаев Э.М.², Ахмедов Э.И.¹, Мамедов С.Э.¹

*Бакинский Государственный Университет, Азербайджан¹
Институт катализа и неорганической химии, Азербайджан²
azeri09@mail.ru*

Ключевые слова: метанол, цеолит ZSM-5, олефины C₂-C₃

Природный газ является альтернативным источником сырья с целью получения углеводородов топливного назначения. Метан с высокой эффективностью может быть превращен в метанол через синтез газ. Последующая конверсия метанола в олефины C₂-C₃ (процесс МТО) и в углеводороды бензинового ряда (процесс MTG) требует применение в мезопористых материалах. Увеличение селективности по олефинам можно достичь путем модифицирования мезопористых материалах переходными металлами. Целью данной работы явилось, изучение влияния природы редкоземельных элементов (РЗЭ) на кислотные, текстурные и каталитические свойства цеолита ZSM-5 в превращении метанола в олефины C₂-C₃. Для приготовления катализаторов использовали цеолит ZSM-5 с мольным отношением SiO₂/Al₂O₃ =33. Катализаторы получали пропиткой H-форм цеолитов водным раствором нитратов La, Gd, Yb и Pr. H-форма ZSM-5 проявляет недостаточно высокую активность и селективность по олефинам C₂-C₃. При 300°C содержание этилена и пропилена в составе газа составляют 16,4 и 18,5 мас.%. Повышение температуры до 400°C приводит к резкому снижению выхода этилена и пропилена и увеличению содержания метана до 26,5 мас. %, а алканов C₂-C₃ до 19,3 мас.%. Модифицирование HZSM-5 способствует изменению его текстурных и каталитических свойств. РЗЭ-содержащие катализаторы до 350°C проявляют высокую селективность в образовании алкенов C₂-C₃. Наибольшую активность проявляет катализатор, модифицированный La. При 300°C выход этилена и пропилена составляют соответственно 29,8 и 26,4 мас.%. При повышении температуры реакции выше 350 °C происходит снижение выхода газа и возрастание выхода жидких продуктов. При 400 °C наибольший выход жидких углеводородов наблюдается на образцах, модифицированных La и Gd. Изменение каталитических свойств цеолита ZSM-5 связано с изменением его кислотных и текстурных свойств в результате модифицирования.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ГИДРОКСИЭТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ В МИКРОФЛЮИДНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Безруков А.Н.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, 68
artem_bezrukov@kstu.ru*

Ключевые слова: микрофлюидика, гидроксипропилцеллюлоза

В данной работе описывается получение наночастиц на основе гидроксипропилцеллюлозы (ГЭЦ) в микрофлюидных устройствах. Формирование наночастиц ГЭЦ осуществляли путем введения сшивающего агента (хлорид кальция) по методике, описанной в работе [1]. Изображение микрофлюидного устройства показано на рис. 1. Сшивка макромолекул происходит при радиальной диффузии ионов кальция из боковых потоков в тонкий центральный поток раствора полимера шириной 20-30 мкм.

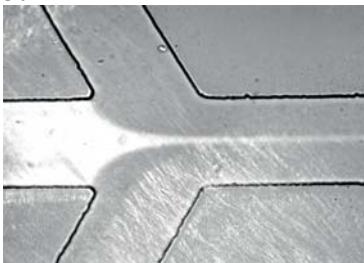


Рис. 1. Фокусировка потока гидроксипропилцеллюлозы с люминесцентным красителем (уранин). Ширина микроканала – 200 мкм. Соотношение объемных расходов раствора полимера и раствора хлорида кальция – 1:10.

Время реакции и ширину потока раствора полимера контролировали изменением объемных расходов растворов реагентов. Размер частиц определяли методом динамического светорассеяния образцов, отобранные на выходе микроканала. Изменение объемных расходов растворов полимера и сшивающего агента позволяет воспроизводимо регулировать размер частиц ГЭЦ в диапазоне 200-500 нм. При этом микрофлюидные образцы характеризуются меньшим на 50-70 % индексом полидисперсности по сравнению с образцами, полученными путем смешения макрокопических растворов реагентов.

1. Chiesa E, Dorati R., Pisani S. et al. *Pharmaceutics*, 2018, 10, 267, doi:10.3390/pharmaceutics10040267.

ИОНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ФТОРИД-ИОНОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Богданова С.А.¹, Дешина М.В.², Новикова П.А.¹

¹*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

²*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
"Средняя общеобразовательная школа № 196",
636017, г. Северск Томской области, ул. Калинина, 46^А
zvetoc@mail.ru*

Ключевые слова: ионометрия, фторид-ионы, питьевая вода

Фтор – единственный из галогенов элемент, обладающий рядом уникальных свойств. В организме фтор выполняет следующие функции: укрепляет иммунитет; способствует выводу из организма солей тяжелых металлов и радионуклидов; предупреждает развитие остеопороза; является профилактикой кариеса и пародонтоза; вместе с кальцием и фосфором формирует и укрепляет костный скелет и зубную эмаль.

Среднесуточная потребность во фторе для взрослых составляет от 2 до 3,5 мг/сут. При этом поступление фтора с твердой пищей составляет около 1 мг/сут, остальная потребность во фторе должна удовлетворяться за счет питьевой воды, оптимальное содержание фтора в которой составляет около 1 мг/дм³. В России согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 максимально допустимое содержание фтора в воде составляет 1,5 мг/дм³.

Высокие концентрации фтора опасны ввиду способности фторид-ионов ингибировать (замедлять) ряд ферментативных реакций, а также связывать важные в биологическом отношении элементы (P, Ca, Mg и др.), что нарушает их баланс в организме. Поэтому контроль содержания фторида в питьевой воде и пищевых продуктах является важной аналитической задачей.

Наиболее перспективными для контроля природных вод и вод высокой чистоты являются спектрофотометрический, титриметрический и потенциометрический методы анализа [2,3].

Определение содержания фторидов спектрофотометрическим методом возможно двумя способами. Первый способ основан на способности фторид-иона образовывать растворимый в воде тройной комплекс сиренево-синего цвета, в состав которого входит лантан, ализарин-комплексон и фторид. Интенсивность окраски раствора фотометрируют при длине волны 600 нм. Второй способ основан на способности фторид-иона образовывать растворимый в воде комплекс, в

состав которого входит торий, арсенат I и фторид. Интенсивность окраски раствора фотометрируют при длине волны 580 нм. Основными недостатками обоих методов является использование довольно дорогих и редких реактивов (азотнокислого лантана и тория).

Титриметрический метод основан на измерении объема раствора нитрата тория точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом (фторид-ионами). Для оценки момента эквивалентности используют раствор ализарина S. Момент окончания реакции определяется по появлению розового окрашивания.

Потенциометрический метод имеет большие преимущества перед другими, в том числе и титриметрическими, методами. Так, потенциометрический метод может быть применен как в лабораторном, так и в непрерывном автоматическом варианте, не требует приготовления большого количества реактивов.

Цель данной работы – изучить физико-химические основы потенциометрического метода определения фторидов, исследовать возможность определения фторид-ионов методом прямой потенциометрии в водных растворах.

В исследованиях использовался отечественный твердоконтактный электрод серии ЭЛИС с кристаллической мембраной фирмы ООО «Измерительная техника» (г. Москва), градуировочная характеристика которого пропорциональна концентрации фторид-ионов в растворе. В качестве электрода сравнения применяли хлоридсеребряный электрод. Э.д.с. гальванической цепи измеряли с помощью цифрового иономера.

В качестве фонового электролита были исследованы растворы уксусной кислоты концентрациями 0,001 – 1 моль/дм³, трилона Б концентрациями 0,001 – 1 моль/дм³ и буферного раствора БРОИС. Наилучшие результаты были получены при использовании раствора уксусной кислоты концентрации 0,01 моль/дм³ с добавкой трилона Б [1]. Погрешность измерения на пределе чувствительности электрода составила 21%.

Предлагаемый способ был опробован при определении содержания фторид-ионов в артезианской воде высшей категории «Фрутонья» АО «Прогресс», «Фермер-центр» ООО «Аквастар» и в питьевой воде «Святой источник Спортник» производитель «Аквастар».

1. Карелин В.А., Деркасова В.Г., Микуцкая Е.Н. Потенциометрическое определение фторид-ионов в обессоленных водах атомных энергетических установок дифференциальным методом/Известия высших учебных заведений. Физика. -2004. - № 12.-С. 176-180.

2. Новый справочник химика и технолога. Аналитическая химия. Ч.1. С.-Пб.: АНО НПО «Мир и семья», 2002. – 964 с.

3. Уильямс Дж. Определение анионов. Справочник. М.: Химия, 1982. 624 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СОЛЯНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НА ФАЗОВОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ШЛАМА ПИЖЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Бородина Д.Д., Анисонян К.Г., Заблочкая Ю.В., Тужилин А.С.,
Садыхов Г.Б.**

*ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова,
119334, Россия, г. Москва, Ленинский пр., 49;
kanisonyan@imet.ac.ru*

Ключевые слова: Пижемское месторождение, редкие и редкоземельные металлы, переработка шламов, солянокислотное выщелачивание

При обогащении титановой руды Пижемского месторождения, в процессе измельчения часть рудных минералов переходит в тонкую глинистую фракцию и теряется со шламом. Выход шламовой фракции достигает 25-30%. В связи с этим, с целью повышения комплексности использования песчаников, актуальной задачей является изучение возможности их переработки.

Породообразующим минералом шлама является кварц. Титаносодержащие фазы представлены псевдорутилом ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{TiO}_2$), лейкоксеном и рутилом. Основными компонентами шламов являются глинистые минералы каолин ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и мусковит ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$), а также железосодержащие минералы сидерит (FeCO_3), гетит (FeOOH) и гематит. Также, в шламе присутствуют в небольшом количестве цирконий, ниобий и редкоземельные элементы. Полнота извлечения ценных составляющих из шлама может быть обеспечена при его комплексной переработке гидрометаллургическими способами. Как наиболее целесообразное направление, нами было выбрано солянокислотное выщелачивание шлама. Исследование проводили в широком интервале температур (40-200°C).

Согласно полученным данным было установлено, что с повышением температуры выщелачивания в области 40-60°C происходит разложение сидерита. Его полное растворение достигается при 60°C. Далее, с повышением температуры до 100°C происходит разложение гематита. Интенсивное растворение глинистых минералов отмечается с повышением температуры от 120 до 180°C. При температуре выщелачивания 180°C степень растворения шламов достигает 30-35%. В этой температурной области (120-180°C) также отмечается переход в раствор редкоземельных элементов, таких как церий, неодим и иттрий. Рутил и циркон в этих условиях не разлагаются и остаются в твердом остатке.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ФУРАНОВОЙ СМОЛЫ И АБИЕТИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Быкова В.М., Егоров П.А., Артемьева А.А., Шалфеева Э.Н., Сазанова А.А., Насакин О.Е.

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.И.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15; Sidorova_victoria1999@mail.ru

Ключевые слова: фурановые полимеры, мономер ФА, абиетиновая кислота, прочность, водопоглощение, плотность

Одной из перспективных областей использования полимерных материалов является их применение в качестве связующих в композиционных материалах, что позволяет улучшать существующие и создавать новые композиционные материалы.

В наших предыдущих работах было показано, что введение в состав пластобетонов связующих на основе фурановых мономеров ФА и ФАМ, добавок сырого таллового масла, жирных кислот таллового масла, фурфурола - улучшает технологические показатели образцов пластобетона [1-3]. Исследования в этом направлении были продолжены. В данной работе образцы пластобетона были модифицированы абиетиновой кислотой (АБК), которая является основным компонентом канифоли и янтаря, получаемых из смолы хвойных пород древесины. Абиетиновая кислота – смоляная кислота является ненасыщенной кислотой и способна вступать в реакции полимеризации, сополимеризации, окисления [4].

Для получения полимерной композиции в наполнитель вводили связующее из мономера ФА и абиетиновой кислоты в соотношении 1:(0,1-1,5), затем добавляли катализатор и образцы отверждали при комнатной температуре. После 15, 50-дневной выдержки определяли прочность при сжатии по ГОСТ 4651-2014, плотность – по ГОСТ 15139-69 (с изм. 1), водопоглощение – по ГОСТ 4650-2014. Для сравнения показателей готовили образцы, не содержащие абиетиновой кислоты. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что по истечении 15 дней предел прочности образцов (в зависимости от количества добавленной абиетиновой кислоты) увеличивается от 1,1 до 41,5%; плотность увеличивается от 0,6 до 17,8%; водопоглощение снижается в 1,8-15,2 раза. По истечении 50 дней предел прочности увеличивается от 25,0 до 44,3%, плотность увеличивается от 1,5 до 16,0%, водопоглощение снижается в 2,6-9,7 раз.

Соотношение мономера ФА и абиетиновой кислоты от 1:1 до 1:1,25 является оптимальным для получения материала с лучшими показателями.

Таблица 1. Физико-механические свойства полимера, содержащего абиетиновую кислоту

Соотношение ФА и АБК	Предел прочности при сжатии, кгс/см ²		Водопоглощение, %		Плотность, г/см ³	
	Через 15 дней выдержки	Через 50 дней выдержки	Через 15 дней выдержки	Через 50 дней выдержки	Через 15 дней выдержки	Через 50 дней выдержки
1:0 (Стандарт)	147,6	147,3	9,78	4,86	1,738	1,730
1:0,1	149,1	191,8	4,77	1,63	1,748	1,755
1:0,2	150,3	194,3	4,12	2,99	1,753	1,773
1:0,3	155,6	197,9	5,40	2,67	1,767	1,792
1:0,4	157,4	200,3	4,24	2,32	1,788	1,815
1:0,5	176,4	199,0	2,35	1,91	1,797	1,820
1:0,75	175,3	192,8	1,52	0,63	1,850	1,833
1:1	201,4	209,6	1,76	0,65	1,871	1,898
1:1,25	208,9	212,6	0,90	0,73	2,018	1,948
1:1,5	157,7	209,9	0,64	0,50	2,048	2,006

Предполагаем, что улучшение технологических показателей происходит как за счёт физического эффекта, т.е. повышения адгезии смеси, увеличения поверхностно-активных свойств, так и вследствие образования дополнительных продуктов сополимеризации смоляной кислоты с компонентами мономера ФА.

1. Егоров П.А. Исследование влияния сырого таллового масла на свойства полимербетонной композиции / П.А. Егоров, Э.Н. Шалфеева, А.А. Сазанова, С.Ю. Васильева, О.Е. Насакин // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: Сб. материалов VII Всероссийской конф. с международным участием. – Чебоксары, 2018, С. 106-107.

2. Егоров П.А. Изучение влияния жирных кислот таллового масла на физико-химические свойства фуранового полимера / П.А. Егоров, В.В. Васильев, А.А. Сазанова, С.Ю. Васильева, О.Е. Насакин // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII Междунар. науч. конф. по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018, С. 117-120.

3. Васильев В. В. Изучение влияния фурфурола на свойства полимерной композиции на основе мономера ФАМ / В.В. Васильев, П.А. Егоров, А.А. Сазанова, С.Ю. Васильева, О.Е. Насакин // Химия и современность : сборник научных статей / под ред. Ю. Н. Митрасова. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2019, С 14-17.

4. Попова Л.М., Курзин А.В., Вершилов С.В., Евдокимов А.Н. Химия и технология органических веществ на основе побочных продуктов ЦБП / Л.М.Попова, А.В. Курзин, С.В. Вершилов, А.Н. Евдокимов: учеб. Пособие, ВШТЭ СПб ГУПТД. СПб, 2016, 61 с.

К СИНТЕЗУ ФОСФОРСОДЕРЖАЩЕГО ЗЕЛЕНОГО КРАСИТЕЛЯ

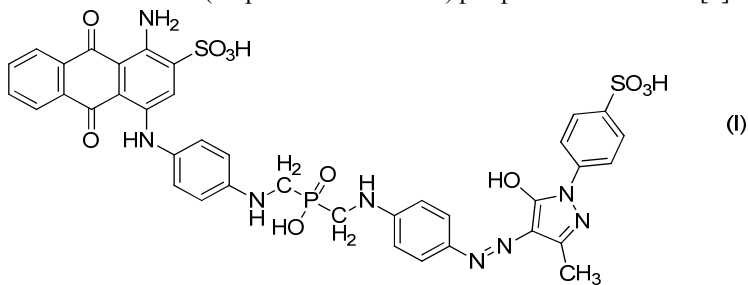
Васильева Т.В., Осипова М.П., Насакин О.Е.

ФГБОУ ВО «Чувакский государственный университет имени И.Н.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15; tava52@mail.ru

Ключевые слова: бис(хлорметил)фосфиновая кислота, разобшающий фрагмент, зеленый краситель.

Невозможно представить современный мир без обилия ярких красок и красителей. Широкая цветовая гамма синтетических красителей определяется как наличием хромофорных и ауксохромных групп, так и их взаимодействием на уровне электронных эффектов. Существует две группы красителей: с сопряженными и разобшенными хромофорами. Чем длиннее сопряженная система, например, в бензидиновых бисазокрасителях, тем глубже цвет. Для разобшенных хромофоров характерен эффект внутримолекулярного смешения цветов, что имеет значение при создании зеленого цвета.

Представляет интерес возможность использования бисхлорметилфосфиновой кислоты в качестве разобшающего фрагмента в синтезе зеленого красителя (I) путем ее конденсации с известными аминоарилзамещенными красителями (синим антрахиноновым и желтым пиразолоновым) в лабораторном автоклаве в присутствии оснований в условиях синтеза бис(N-фениламинометил)фосфиновой кислоты [1].



Наличие в полученном фосфорсодержащем красителе (I) аминоантрахинонового, пиразолонового циклов, сульфо-, азо-, аминотильных и фосфорильной групп позволяет ожидать проявления им активных комплексообразующих, биоцидных и антипиреновых свойств.

[1] Ильина М.К., Шермергорн И.М. //Изв. АН СССР, сер. хим. 1967, №6, 1346-1348.

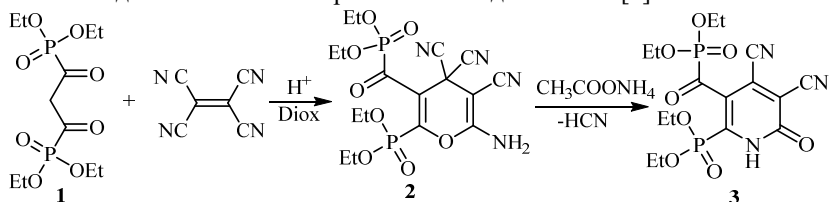
ТЕТРАЭТИЛМАЛОНИЛБИСФОСФАТ В СИНТЕЗЕ ЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ПИРИДОНОВ

Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
polycyan@mail.ru

Ключевые слова: полинитрилы, фосфонаты, пиридоны, пираны, арилидены,
малонитрил, тетрацианоэтилен, микроволновая.

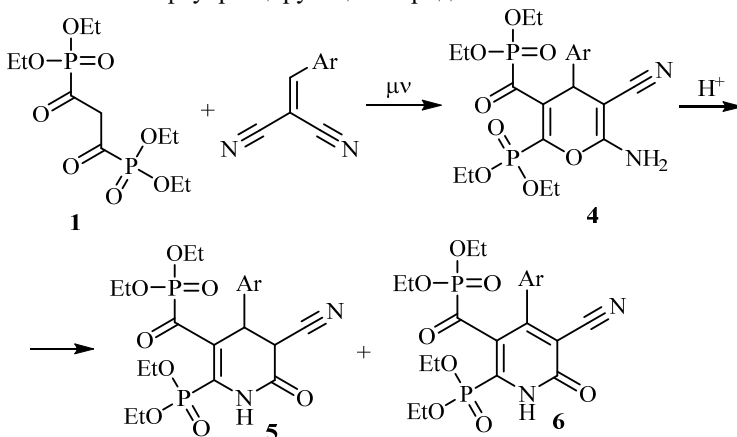
Интерес к гетероциклам, содержащим фосфонатную группу, обусловлен тем фактом, что большинство из них обладает ярко выраженной биологической активностью вследствие высокой проницаемости через мембрану клеток. Современная химия уделяет внимание синтезам, позволяющим получать соединения с особым сочетанием функциональных групп, взаимное расположение которых определяло бы биологически активную составляющую гетероцикла в целом. Среди многочисленных способов получения фосфорилированных гетероциклов для нас особый интерес представляют одностадийные «one-pot» методы синтеза сложных гетероциклических соединений из реагентов, которые уже содержат в своей структуре фосфонатный фрагмент, так называемых «блоков-синтонов». Использование такого подхода чаще всего оказываются наиболее эффективными, в то же время классические пути введения фосфорильной функции в окружение гетероциклов являются достаточно трудоемкими и осложнены различными побочными процессами, что не позволяет синтезировать целевые продукты с полифункциональным окружением с высокими выходами. Особую перспективность для их синтеза представляют фосфорсодержащие дикарбонильные соединения **1**, способные вступать во взаимодействие с полинитрильными соединениями [1].



Микроволновая активация способствует увеличению скорости реакции и как следствие выхода продуктов. Соотнесение спектральных данных с данными ранее полученных соединений позволяет предположить, что взаимодействие протекает по аналогичной схеме и приводит к

формированию пиранового цикла через стадию первоначального присоединения [2].

Было обнаружено, что эквимольное смешение тетраэтилмалонилбис(фосфоната) 1 с тетрацианоэтиленом в небольшом количестве подкисленного диоксана сопровождается образованием мелкокристаллического осадка. Соотнесение спектральных данных с данными ранее полученных соединений позволяет предположить, что взаимодействие протекает по аналогичной схеме и приводит к формированию пиранового цикла через стадию первоначального присоединения. С целью изучения химических свойств было проведена реакция пирана 2 с ацетатом аммония, позволяющая трансформировать в конечный сильно флуоресцирующий пиридон 3.



Взаимодействием ариленпроизводных малонитрила с фосфонатом 1 образуются пираны 4, которые в слабокислой среде без выделения легко трансформируются в пиридоны 5 и 6. Наличие в структурах, полученных пиридонов 3, 5, 6 нитрильной, карбонильной, фосфонатных групп придает определенную привлекательность с точки зрения соотнесения их к структурным аналогам известных биологически активных соединений, а их удачное сочетание делает их перспективными для дальнейшей химической модификации [3].

1. Кузьмин Д.Б., Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е. Сборник научных статей «Химия и современность», Чебоксары, 2016, 38-40.

2. Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е. Сборник материалов «Химия и химическая технология: достижения и перспективы», Кемерово, 2016, 47.

3. Кузьмин Д.Б., Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е. Сборник научных статей «Проблемы теоретической и экспериментальной химии», Екатеринбург, 2014, 356-357.

ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ НАПОЛНЕННОЙ ДИСПЕРСНЫМ БАЗАЛЬТОМ

Васинкина Е. Ю., Кадыкова Ю.А., Сивак А.С., Калганова С.Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, vasinkina1987@mail.ru

Ключевые слова: Базальт, эпоксидная смола, физико-химические и механические свойства, пластификатор

Эпоксидные материалы перспективны для использования в качестве пропиточных и заливочных компаундов, клеев, удовлетворяющих соответствующим требованиям таких отраслей промышленности как строительная, приборостроительная, автомобилестроение, электротехническая и др. Вместе с тем, многими отраслями промышленности предъявляется заданный уровень требований к материалам по пожарной безопасности, а эпоксидные смолы характеризуются высокими потерями массы при горении (78%) и низким значением показателя воспламеняемости - кислородным индексом (19-22% объем.). Кроме того, эпоксидные смолы и материалы на их основе хрупки. Поэтому разработка методов направленного регулирования свойств эпоксидных материалов путем модификации пластификаторами, замедлителями горения (антипиренами) и введением наполнителей приобретает особую значимость и актуальность [1-4].

В данном исследовании в качестве замедлителя горения и пластификатора применялось фосфорсодержащее соединение - три - (β -хлорэтилфосфат) (ТХЭФ), отвердителем для эпоксидного олигомера ЭД-20 служил полиэтиленполиамин (ПЭПА), а в качестве наполнителя впервые использовался дисперсный минеральный наполнитель – базальт, полученный измельчением природного базальта на шаровой мельнице в течение 3 часов при 50 об/мин. После помола для удаления не размолотых частиц базальт просеивали через сито диаметром 140 мкм.

Частицы базальта после измельчения имеют нерегулярную форму (рис.1), с размером от 0,5 до 140 мкм (рис.2), причем максимально содержание частиц со средним размером ~ 50 мкм. Отмечена агломерация частиц, что может свидетельствовать о высокой активности их поверхности.

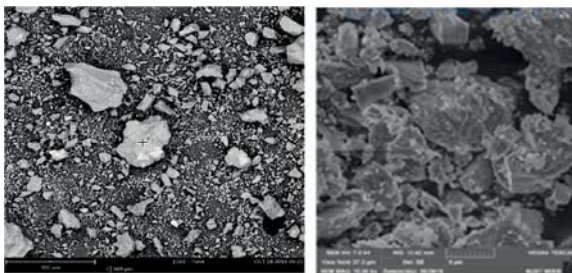


Рисунок 1. Форма частиц измельченного базальта (размер частиц ≤ 140 мкм)

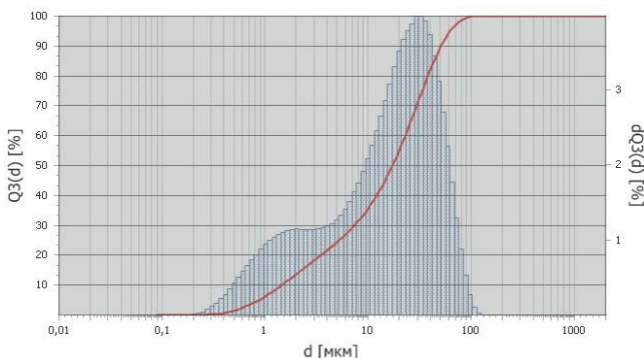


Рисунок 2. Гранулометрический состав измельченного базальта

Доказана возможность создания высоконаполненных полимерных материалов, т.к. введение в композицию 50 масс.ч базальта обеспечивает повышение физико-химических и механических свойств эпоксизбазальтопластиков (табл.1) – твердость по Бринеллю, устойчивость к статическому и динамическому изгибу (удару) возрастает более чем вдвое, а теплостойкость также повышается со 114 до 206⁰С.

Таблица 1

Влияние базальта на физико-механические свойства эпоксидной композиции состава: 70масс.ч. ЭД-20 + 15 масс.ч. ПЭПА + 30 масс.ч ТХЭФ

Количество базальта, масс.ч.	Ударная вязкость, кДж/м ²	Твердость по Бринеллю, МПа	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Теплостойкость по Вика, °С
-	34	130	45	0,20	114
1	39	134	50	0,17	124
30	56	185	77	0,10	180
50	82	253	122	0,07	206

При изучении термостабильности образцов термогравиметрическим анализом отмечено: увеличение коксовых остатков, снижение скоростей пиролиза, существенное уменьшение (более чем в 2 раза) потерь массы вплоть до 600⁰С/г.

Выявленное влияние дисперсного базальта на пиролиз эпоксидной смолы проявляется и в поведении материала при горении на воздухе. Образцы, содержащие 30 и 50 мас.ч. базальта не поддерживают горения на воздухе и потери массы составляют 1,4 и 0,7% соответственно, кислородный индекс возрастает до 37об.%. С увеличением степени наполнения эпоксидной композиции возрастают кислородный индекс и выход карбонизованного остатка.

Таким образом, в работе доказана эффективность и целесообразность использования для наполнения эпоксидной смолы измельченного базальта, не перерабатывая его в волокна. Установлено повышение физико-химических и механических свойств композиций, наполненных базальтом, что позволяет расширить области применения базальта для создания полимерных материалов широкого спектра использования. Выявлено влияние базальта на показатели горючести композитов на основе эпоксидной смолы: повышается кислородный индекс, снижается время самостоятельного горения, уменьшаются потери массы при поджигании на воздухе.

1. Kalganova S.G. Mathematical model of solidification kinetics of epoxy compound / Kalganova S.G., Alekseev V.S., Vasinkina E.Y., Kadykova Y.A., Arzamastsev S.V., Kovalenko V.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 194. Issue 3. Номер статьи 032007.

2. Mostovoy A.S. Effect of Finely Dispersed Chromite on the Physicochemical and Mechanical Properties of Modified Epoxy Composites / Mostovoy A.S., Nurtazina A.S., Burmistrov I.N., Kadykova Y.A. // Russian Journal of Applied Chemistry. Volume 91. Issue 11. Pages 1758-1766.

3. Ulegin S.V. Basalt-filled epoxy composite materials / Ulegin, S.V., Kadykova, Y.A., Artemenko, S.E., Demidova, S.A.// International Polymer Science and Technology. Volume 41. Issue 5. 2014. Pages 57-60.

4. Mostovoy A.S. Epoxy composites modified with microfibers of potassium polytitanates / Mostovoy A.S., Kadykova Y.A., Bekeshev A.Z., Tastanova L.K. // Journal of Applied Polymer Science. Volume 135, Issue 35, 15 September 2018, Номер статьи 46651.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСА НИКЕЛЯ(II) С 5-(2-ХЛОРБЕНЗИЛИДИН)-2,4- ТИАЗОЛИДИНДИОНОМ

Вердизаде Н.А., Алиева К.Р.

*Азербайджанский государственный педагогический университет,
Az1000, Азербайджан, г. Баку, У. Гаджибеков, 68; verdizadeh45@mail.ru*

Ключевые слова: никель, 5-(2-хлорбензилидин)-2,4-тиазолидиндион

В данном исследовании синтезированный по известной методике 5-(2-хлорбензилидин)-2,4-тиазолидиндион (L) был использован в качестве хромогенного агента для определения следовых количеств Ni^{2+} .

Абсорбция комплекса $Ni(II)$ -L максимальна при 470 нм при pH 8-10. Наблюдается батохромное смещение максимума светопоглощения на 125 нм. Молярный коэффициент поглощения 2.95×10^4 . В качестве подходящего растворителя был выбран метанол. Выход комплекса максимален при концентрации 7.2×10^{-4} моль/л L. Комплекс никеля (II) с L устойчив в водных и органических растворителях и не разлагается в течение двух суток. Максимальная оптическая плотность достигается в течении 5 минут. Комплекс устойчив при нагревании до 80 °С.

Стехиометрию исследуемого комплекса устанавливали методами сдвига равновесия, относительного выхода Старика-Барбанеля и прямой линии. Рекомендуемый состав комплекса $Ni(II):L=1:2$. Полученные результаты были подтверждены методами термического анализа и ИК-спектроскопии. Исчезновение полосы поглощения при 3230 см^{-1} указывает, на отсутствие свободных -NH групп. Наблюдаемая широкая полоса поглощения при 3350 см^{-1} свидетельствует о наличии скоординированных молекул воды.

Термогравиметрическое исследование комплекса Ni-L показало, что его термическое разложение происходит в два этапа. При 160 °С выделяется вода. В диапазоне температур 395-460 °С наблюдается удаление L. Конечный продукт термолитического разложения комплекса – NiO.

Закон Бера соблюдается в диапазоне концентраций 1,4 - 10 мкг / мл Ni^{2+} . Предел обнаружения составлял 0,48 мкг / мл. Уравнение градуировочного графика $y = 0,056 + 0,305x$. Избирательность определения существенно увеличивается в присутствии маскирующих реагентов или же при изменении pH среды. На основании результатов спектрофотометрического исследования никеля (II) с L разработаны методики определения его в растениях.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ПРОКАЛИВАНИИ ГИДРОКСИДОВ И КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ АЛЮМИНИЯ

Ветчинкина Т.Н., Тужилин А.С., Балмаев Б.Г.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, Россия, Москва,
Ленинский пр-т, д. 49; tvetchinkina@yandex.ru*

Ключевые слова: гидроксиды алюминия, термическое разложение

Особенности процессов дегидратации и перекристаллизации изучались на образцах гидроксида алюминия, полученного карбонизацией алюминатного раствора при 40⁰ С и выделенного декомпозицией по способу Байера [1]. Структурные превращения данных видов гидроксида и динамика полиморфизма продуктов разложения изучались в интервале температур 100-1000⁰ С. Данные кристаллооптического, рентгенофазового и термогравиметрического методов анализа показали, что при прокатке карбонизированного гидроксида алюминия перекристаллизация структуры происходит медленнее, чем у декомпозиционного. Определено, что при дегидратации гидроксида алюмосиликат натрия и углерод снижают скорость образования высокотемпературных модификаций оксида алюминия. Полиморфизм оксида алюминия, исследовали прокаткой химически чистых серно-, соляно- и азотнокислых кристаллогидратов солей алюминия. Несмотря на общую морфологию процесса образования оксида алюминия при разложении исследуемых кристаллогидратов, формирование фазового состава Al₂O₃ происходит при разных температурах и с разной скоростью. Структурные перестройки в процессе разложения солей происходят в твердой фазе, что и определяет общую пористость и величину удельной поверхности каждого вида оксида алюминия. Изучение полиморфизма черного глинозема, содержащего примеси железа и кремния, проводилось также на образцах, полученных после выщелачивания минеральной части углистой породы серной, соляной и азотной кислотами в интервале температур 100-1000⁰ С. Выявлено ингибирующее влияние примесей на процесс образования высокотемпературных структурных модификаций оксида алюминия. Работа выполнялась по государственному заданию № 075-009470-20-00.

1. Ветчинкина Т.Н. Исследование физико-химических свойств оксида алюминия, полученного щелочными и кислотными способами / Т.Н. Ветчинкина // Металлы. – 2009. - № 2. - С.30-40.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЖНООКСИДНЫХ ФАЗ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В СИСТЕМАХ (Pr,Gd)-Sr-Co-O

Власова М.А., Маклакова А.В., Волкова Н.Е., Черепанов В.А.

*ФГБОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
620002, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира 19;
anastasia_maklakova@mail.ru*

Ключевые слова: сложные оксиды, кристаллическая структура

Физико-химические свойства перовскитоподобных оксидов оксидов зависят от их кристаллической структуры, на формирование которой существенное влияние оказывает содержание кислорода. В связи с этим информация о методах получения, физико-химических свойствах и стабильности оксидов при варьировании химического состава на сегодняшний день является актуальной.

Поэтому целью настоящей работы явились определение фазовых равновесий, кристаллической структуры и физико-химических свойств соединений, образующихся в системах Ln-Sr-Co-O (Ln = Pr, Gd).

Синтез образцов проводили по стандартной керамической и глицерин-нитратной технологиям. Заключительный отжиг проводили при 1100°C на воздухе в течение 240 часов с промежуточными перетирами и последующим медленным охлаждением на комнатную температуру. Фазовый состав полученных оксидов контролировали рентгенографически.

Согласно результатам РФА в системах (Pr, Gd)-Sr-Co-O на воздухе установлено образование двух типов твердых растворов: $Sr_{1-x}Ln_xCoO_{3-\delta}$ и $Sr_{2-y}Ln_yCoO_{4-\delta}$, где Ln= Pr, Gd. Для всех однофазных оксидов были рассчитаны параметры элементарной ячейки и координаты атомов. Показано, что при увеличении концентрации ионов РЗЭ наблюдается уменьшение параметров и объёма элементарной ячейки для сложных оксидов, что связано с размерными эффектами.

Электротранспортные свойства измеряли 4хконтактным методом. При увеличении температуры наблюдается уменьшение общей электропроводности, что связано с выходом кислорода из подрешётки, что препятствует протеканию реакции диспропорционирования кобальта. Положительный коэффициент Зеебека во всём исследуемом интервале температур свидетельствует о преимущественно дырочном типе проводимости.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-33-90058\19)

ПРИМЕНЕНИЕ 2,4-ДИНИТРОФЕНИЛГИДРАЗИНА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА В СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТАХ ИЗ ПОЛИМЕРОВ

Волкова Н.В., Вернигора А.Н.

*ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет,
440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40.
balikovan@mail.ru*

Ключевые слова: 2,4-динитрофенилгидразин, экстракция, формальдегид

В работе представлены результаты применения 2,4-динитрофенилгидразина для спектрофотометрического определения формальдегида в спиртовых экстрактах из полимеров.

Хранение продукции в полимерной таре может сопровождаться экстракцией различных компонентов из пластика в содержимое тары, в том числе в пищевые продукты; при этом особое внимание следует уделять контролю формальдегида (являющегося токсином и канцерогеном). Целью нашей работы являлось количественное определение экстракции формальдегида из полимеров спектрофотометрическим методом с применением 2,4-динитрофенилгидразина (2,4-ДНФГ).

В качестве исследуемых образцов были взяты мелко нарезанные стаканчик из полистирола, полипропиленовый контейнер для посуды и каучуковые резиночки для плетения. Для проведения прямой экстракции навеска исследуемого образца массой 1 г помещалась в склянку с притертой пробкой, заливалась 20 мл растворителя (вода, этанол или пропанол). Эффективность прямой экстракции оценивали спустя 1 час, 2 часа, 24 часа и 72 часа. Непрерывную экстракцию в аппарате Сокслета проводили из образца массой 2 г в течение 8 часов [2]. Анализировали пробы после первого слива из сифона и по окончании экстрагирования. Эффективность экстракции оценивали по содержанию формальдегида в полученной пробе, определяемой реакцией с 2,4-ДНФГ с образованием соответствующего гидразона, при добавлении щелочи окрашивающегося в винно-красный цвет [1,3]. Для этого в мерную колбу на 25 мл вносили 2 мл исследуемого раствора и добавляли 2 мл раствора 2,4-ДНФГ, выдерживали 30 мин. и прибавляли 2 мл 10% спиртового раствора гидроксида натрия, 2 мл воды и доводили до метки этанолом. Через 10 минут регистрировали спектр полученного соединения на спектрофотометре Specord 40. В контрольной пробе исследуемый раствор был заменен на чистый экстрагент.

Для количественного спектрофотометрического определения

формальдегида в экстрактах был построен калибровочный график зависимости оптической плотности от концентрации растворов 2,4-динитрофенилгидразонов формальдегида при 480 нм. Уравнение регрессии имело вид: $A = 4021,8C + 0,0333$. Полученное уравнение использовали для расчета содержания формальдегида в пробах. Концентрации формальдегида в водных экстрактах не были определены, поскольку оптические плотности полученных растворов были малы и выходили за пределы регрессионной зависимости. В таблице представлены результаты определения формальдегида в экстрактах.

Таблица. Результаты количественного определения формальдегида

Время экстракции	Концентрация формальдегида в полученных экстрактах, моль/л					
	Экстракты из полистирола		Экстракты из полипропилена		Экстракты из каучука	
	Этанол	Пропанол	Этанол	Пропанол	Этанол	Пропанол
Прямая экстракция						
1 ч	0	$1,34 \cdot 10^{-4}$	0	$1,24 \cdot 10^{-4}$	$4,55 \cdot 10^{-6}$	$1,29 \cdot 10^{-4}$
2 ч	$3,03 \cdot 10^{-5}$	$1,52 \cdot 10^{-4}$	0	$1,20 \cdot 10^{-4}$	$1,85 \cdot 10^{-5}$	$1,26 \cdot 10^{-4}$
24 ч	$1,07 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$	0	$1,23 \cdot 10^{-4}$	$5,74 \cdot 10^{-6}$	$1,30 \cdot 10^{-4}$
72 ч	$1,33 \cdot 10^{-5}$	$1,66 \cdot 10^{-4}$	0	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$5,84 \cdot 10^{-6}$	$1,31 \cdot 10^{-4}$
Непрерывная экстракция						
40 мин	$2,05 \cdot 10^{-5}$	$1,30 \cdot 10^{-4}$	$2,19 \cdot 10^{-6}$	$0,65 \cdot 10^{-4}$	$1,67 \cdot 10^{-5}$	$1,63 \cdot 10^{-4}$
8 ч	$7,93 \cdot 10^{-6}$	$0,92 \cdot 10^{-4}$	0	$0,47 \cdot 10^{-4}$	0	$0,62 \cdot 10^{-4}$

Эффективность прямой экстракции была сопоставимой с таковой после однократного контакта полимера с экстрагентом при непрерывной экстракции. Снижение экстракции формальдегида с течением времени может объясняться его окислением или испарением. Наибольшая миграция формальдегида происходила из полистирола при взаимодействии с пропиловым спиртом, имеющим наиболее близкое к формальдегидом значение диэлектрической проницаемости. Можно сделать предположение о том, что контакт исследуемых полимерных материалов с малополярными органическими веществами может вызвать миграцию низкомолекулярных примесей из данных материалов в окружающую среду. Предложенная методика спектрофотометрического определения карбонильных соединений с применением 2,4-динитрофенилгидразина может быть использована для количественного определения формальдегида в спиртовых растворах.

1. Волкова Н.В., Вернигора А.Н., Мартынов Д.П., Рожков К. И. Экстракция и количественное определение бензальдегида в полистироле // Вестник Пензенского государственного университета. 2016, 4(16), 53–60.

2. Прикладной химический анализ: практическое руководство / под ред. Т.Н. Шеховцовой. М.: МГУ, 2010. 456 с.

3. Uma Devi T., Lawrenceb N., Ramesh Babuc R. et al. Structural and optical characterization studies on 2,4- dinitrophenylhydrazine single crystal // J. of Minerals & Materials Characterization & Engineering. 2010, 4, 321–330.

МОДИФИКАЦИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ YBCO

Гаджимагомедов С.Х.¹, Гаджиев М.Х.², Палчаев Д.К.¹,
Мурлиева Ж.Х.¹, Рагимханов Г.Б.¹, Демиров Н.А.²

¹ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», 367000,
Россия, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43-а

²Объединенный институт высоких температур, 125412, Россия, г.
Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2
darkusch@mail.ru

Ключевые слова: получение, структура, свойства, ВТСП, керамика, плазменная обработка поверхности.

Изготовлены образцы наноструктурированной сверхпроводящей керамики YBCO ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$) разной плотности. Порошки YBCO синтезировались методом сжигания нитрат–органических прекурсоров. Спекание керамик осуществлялось при 920°C с выдержкой при этой температуре в течение 1 часа и 5 часов. Количество сверхпроводящей фазы для керамик меняется от $\sim 80\%$ до $\sim 90\%$, а содержание кислорода – от $\sim 6,8$ до $\sim 6,98$.

Проведены серии экспериментов по воздействию на поверхности наноструктурированных керамик состава YBCO плазменными потоками аргона, азота и их смеси с кислородом, создаваемыми плазмотроном постоянного тока с расширяющимся каналом выходного электрода. Воздействие на образцы плазменной струей при токе 250 А и расходе плазмообразующего газа $1\div 3$ г/с осуществлялось на расстоянии 20 мм от среза сопла плазмотрона в течение ~ 60 с [1]. Исследованиями структуры и свойств наноструктурированных керамик состава $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ до и после плазменной обработки установлено, что воздействие потоком плазмы приводит к модификации лишь приповерхностного слоя [1] образца в виде: уплотнения, рекристаллизации, в виде «оплавления» зерен с монокристаллическим сопряжением друг с другом, и снижения индекса кислородной стехиометрии. После плазменного воздействия, на спектрах комбинационного рассеивания незначительно изменяется отношение значений интенсивностей I_{500}/I_{340} , характеризующее степень допирования, что свидетельствует об изменениях в упорядочении кислорода в структуре.

Работа была поддержана грантом РФФИ № 18-08-00092а

1. Rabadanova A. E., Gadzhimagomedov S. Kh., Palchaev D. K. et al. // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V.1385. P. 012028.

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ХРОМА С 2-ГИДРОКСИ-5-ИОДИОФЕНОЛОМ И ГИДРОФОБНЫМИ АМИНАМИ

Залов А.З.¹, Гасанова Н.С.²

¹Азербайджанский Государственный Педагогический Университет,
1000, Азербайджан, г. Баку, ул. У.Гаджибекова, 68;

²Азербайджанский Государственный Университет Нефти и
Промышленности, 1000, Азербайджан, г. Баку, пр. Азадлыг, 34
Zalov1966@mail.ru

Ключевые слова: 2-гидрокси-5-иодтиофенол, комплексообразование

Цель данной работы разработка методики экстракционно-фотометрического определения хрома с 2-гидрокси-5-иодтиофенолом (L) и гидрофобными аминами (Ам) [о-, м-, п-толудин (о-Тол), (м-Тол), (п-Тол)]. Опыты по электромиграции в U-образной трубке и ионному обмену на анионите ЭДЭ-10П указали на анионный характер комплексов. При введении в систему Ам наблюдается экстракция этих соединений в виде разнолигандного комплекса (РЛК). L обладает восстановительными свойствами. Cr (VI) при образовании комплекса с L восстанавливается до Cr (III) самим реагентом. Последний факт доказан ЭПР исследованием. Наиболее эффективным в смысле максимальной степени извлечения (98.4-98.6 %) Cr (III) в виде РЛК и быстрого достижения равновесия является CHCl_3 . Оптическая плотность не меняется в интервале рН 4.7-6.3. Максимальное светопоглощение наблюдается при 477-485 нм. Молярные коэффициенты поглощения РЛК составляют $(3.8-4.2) \cdot 10^4$. Для образования и экстракции РЛК необходимы концентрации: $(1.2-1.5) \cdot 10^{-3}$ М и 0.22-0.25 М L и Ам соответственно. Соотношение компонентов установлено методами сдвига равновесия и прямой линии и равно 1:3:3. При образовании РЛК координирующим ионом является ион Cr^{3+} . Градуировочный график линеен в диапазоне концентрации Cr (III) 0.5-16 мкг/мл. Уравнение градуировочных графиков: $y = 0.01 + 0.0056x$, $y = 0.01 + 0.0058x$ и $y = 0.012 + 0.0064x$ соответственно для комплексов $[\text{CrL}_3](\text{o-ТолН})_3$, $[\text{CrL}_3](\text{m-ТолН})_2$ и $[\text{CrL}_3](\text{n-ТолН})_2$.

Установлено, что большие количества щелочных, щелочноземельных элементов и РЗЭ не мешают определению хрома. Мешающее влияние Fe (III) и Ti (IV) – аскорбиновой кислотой, Cu(II) - иодид ионом, Nb (V) – оксалат ионом, а W (VI) – лимонной кислотой.

Разработаны методики определения хрома в фасоли и пшеничных отрубях. Содержание хрома [фасоль: $\bar{x} = 6,08$ мг/кг; $s_r = 0,045$; $\bar{x} \pm t_{p,s} / \sqrt{n} = 6,1 \pm 0,13$; отруби пшеничные: $\bar{x} = 5,65$ мг/кг; $s_r = 0,032$; $\bar{x} \pm t_{p,s} / \sqrt{n} = 5,65 \pm 0,21$].

ЭТИЛИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА НА ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМНОМ ЦЕОЛИТЕ ZSM-5, МОДИФИЦИРОВАННОМ БОРОМ

Гахраманов Т.О¹, Мамедов Э.С². Ахмедов Э.И¹.

¹*Бакинский Государственный Университет, Азербайджан*

²*Бакинский филиал Московского Государственного Университета имени*

М. В. Ломоносова

taleh_bdu@mail.ru

Ключевые слова: этилирование, толуол, этилтолуолы

Продукты этилирования толуола *n*- и *m*- этилтолуолы (ЭТ), применяют для получения метилстиролов, которые являются ценными мономерами для производства полиметилстиролов.

Традиционные кислотные катализаторы типа $AlCl_3 \cdot HCl$, используемые в промышленности в процессах алкилирования ароматических углеводородов олефинами имеют существенные недостатки и не отвечают требованиям по охране окружающей среды.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния модифицирования цеолита ZSM-5 бором на его кислотные, текстурные и каталитические свойства в реакции алкилирования толуола этанолом.

Катализаторы получали пропиткой H-форм цеолита ZSM-5 ($SiO_2/Al_2O_3=61$) водным раствором ортоборной кислоты. Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора. Установлено, что на H-форме ZSM-5 алкилирование протекает неселективно. Селективность по *n*-ЭТ составляет 42,0-44,4%.

Модифицирование HZSM-5 бором приводит к существенному изменению его физико-химических и каталитических свойств. При 350°C увеличение содержания бора в цеолите до 4.0 мас% приводит к снижению конверсии толуола с 30,3% до 18,2%. Однако при этом происходит резкое повышение селективности по *n*-ЭТ с 42,3% до 68,4%.

Проявление пара-селективности B-содержащих цеолитов обусловлено тем, что модифицирование сопровождается химическим взаимодействием модификатора с цеолитом, что приводит к уменьшению концентрации сильнокислотных бренстедовских кислотных центров, а также изменяет геометрию каналов цеолита. Увеличение содержания бора в цеолите до 4.0 мас% приводит к уменьшению адсорбционной емкости цеолита по отношению к *n*-гептану с 0,164 см³/г до 0,074 см³/г. При этом концентрация сильных бренстедовских кислотных центров снижается с 528 до 92 мкмоль·г⁻¹

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ МАРГАНЦА (II) И РЕНИЙ (IV) С ТРИПТОФАНОМ

Гахраманова Ш.И.¹, Джалаладдинов Ф.Ф.,¹ Худавердиев Р.А.,¹
Аскерова Т.Я.,¹ Гахраманов Т.О.²

¹*Институт катализа и неорганической химии им. акад. М. Нагиева;*

²*Бакинский Государственный Университет*

sahnaz.gehremanova@mail.ru

Ключевые слова: комплексные соединения, лиганд, оксид марганца, металлический рений

В последние годы комплексные соединения переходных металлов с органическими донорными основаниями все чаще используются в качестве катализаторов во многих органических синтезах, при производстве лекарств, в качестве исходных материалов для приготовления проводящих антикоррозийных металлических покрытий на различных подложках и т. д. Отмечено, что среди координационных комплексов особое место занимают полученные комплексы на основе биометаллов. Это связано с тем, что они играют важную роль во многих биохимических процессах и поэтому широко используются в растениеводстве, животноводстве и фармакологии. Отметим, что общий вид дериватограмм комплексов марганца и рения близок. Однако путь термического разложения для них существенно отличается. Таким образом, термическое разложение комплекса $[\text{MnCl}_2\text{L} \cdot \text{H}_2\text{O}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (I) происходит в три этапа. На первой стадии разложения молекула воды удаляется из комплекса. Процесс удаления воды проходит в два этапа. Первая стадия происходит в интервале температур 80-130 °С, а вторая - при 130-170 °С, что указывает на то, что одна молекула воды находится во внутренней, а другая во внешней сфере комплекса. Затем происходит постепенное удаление лиганда. Сначала при температуре 170-360 °С удаляют 0,5 моль, затем одновременно с хлором удаляют 0,55 моль лиганда. Результаты исследований показали, что во всех случаях конечным продуктом термического разложения комплексов является оксид марганца (III) и металлический рений. Таким образом, по результатам физико-химических методов, использованных в работе, установлено, что состав и структура полученных комплексов напрямую зависит от соотношения исходных продуктов. Как показано в экспериментальной части, синтез комплексов осуществляется в нейтральных (для Mn) и в кислых средах (для Re) соответственно. В результате получены нейтральные комплексы на основе марганца и рения ионного типа.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФИДА КАЛЬЦИЯ КАК ГРЕЮЩЕГО АГЕНТА ДЛЯ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ

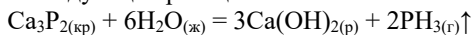
Глебов М.Б., Лазарев В.М., Глебов В.Б.*

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., 9;
НИЯУ МИФИ; glebov@muctr.ru

Ключевые слова: фосфид кальция, греющая смесь, нефтяной пласт

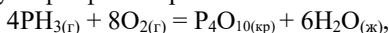
Добыча высоковязких нефтей в северных и сибирских регионах Российской Федерации неразрывно связана с решением задачи снижения ее вязкости для улучшения ее течения в пласте и подъема на поверхность. Для этого в большинстве случаев применяют перегретый водяной пар [1]. Нами в данной работе рассматривается возможность применения фосфида кальция и воды как разогревающей смеси с точки зрения термодинамики протекающих процессов. При этом использование фосфида кальция целесообразно и с экологической, и экономической точек зрения.

Фосфид кальция при попадании в водонефтяную среду пласта образует фосфин по следующей реакции:



Тепловой эффект этой реакции составляет: -1284,2 кДж/моль.

При подаче воздуха фосфин сгорает:



а оксид фосфора в водной среде образует фосфорную кислоту.

Тепловой эффект последней реакции составляет: -4722 кДж.

Следовательно, суммарно на 1 моль Ca_3P_2 будет выделяться 3645 кДж тепла.

На основании указанных тепловых эффектов было оценено количество выделяющейся теплоты и локальный подъем температуры для 10 кг фосфида кальция (при его плотности 3 г/см³). Тепловой эффект составил 2·10⁵ кДж тепла. Соответственно, подъем температуры был выше 500 °С. Если принять необходимый дополнительный прогрев пласта в 100 °С, то объем пласта, который можно дополнительно прогреть 10 кг Ca_3P_2 составляет примерно 25 литров. Отметим, что оценка проводилась, когда исходная температура смеси составляла 0 °С. Реальная температура в пласте существенно выше, а это приведет к тому, что прогретый объем возрастет в 2-3 раза.

1. Сучков Б.М. Интенсификация работы скважин. М: ИКИ, 2007. – 611 с.

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, ЛЕЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОПЫТ СКОТА И АНТИСЕПТИКА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛУПРОДУКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ

**Голосман Е.З.¹, Фирсов О.П.², Ефремов В.Н.¹, Бородако Е.Н.²,
Скарлыгин М.Н.²**

*¹Общество с ограниченной ответственностью
«НИАП-КАТАЛИЗАТОР», 301651, Россия, Тульская область,
г. Новомосковск, ул. Связи, 10; evgolosman@yandex.ru*

*²Общество с ограниченной ответственностью «СФК Агро», 214501,
Россия, Смоленская область, д. Хлевищино, ул. Смоленская, 18.*

Ключевые слова: катализаторы, препараты защиты растений и копыт

Отработана технология приготовления препаратов для защиты растений, лечения бактериальных заболеваний копыт скота и антисептика на основе модифицированных полупродуктов, применяющихся в производстве катализаторов.

Результаты комплексных исследований позволили разработать технологию приготовления модифицированного раствора [1]. Приготовление, например, осуществляется путем растворения различных медьсодержащих компонентов в аммиачно-карбонатном растворе с дополнительным введением в него затравки, с интенсивным перемешиванием и принудительной аэрацией воздухом.

Отрабатывается технология введения в «МедьАгро» различных добавок (Zn и др.).

Препарат «МедьАгро» представляет собой концентрированный раствор, хорошо растворимый в воде в любых пропорциях. Отсутствие в нем ионов сильных оснований и кислот не приводит к ожогам растений.

«МедьАгро» имеет преимущества перед применяющимися медьсодержащими фунгицидами. Низкая стоимость, легкий в приготовлении рабочий раствор, который может храниться длительное время в том числе при отрицательных температурах до минус 10 °С, минимальный расход на единицу обрабатываемой площади, высокая эффективность, не уступающая конкурирующим препаратам [2].

В Краснодарском крае, Крыму, Челябинской, Смоленской, Курганской, Тульской областях проведены масштабные эффективные испытания «МедьАгро» в качестве средства защиты растений.

Начаты исследования применения модификаций препарата в качестве антисептика при обработке древесины.

В последнее время были выявлены новые феноменальные свойства созданного модифицированного раствора, получившего название «Х-Ноoves». Речь идет о лечении копыт животных от болезней бактериального происхождения. По статистике в различных странах от 20 до 40 % поголовья имеют патологию отдела конечностей.

Щелочная среда при применении «Х-Ноoves» в отличие от других дезинфицирующих средств и профилактических препаратов положительно влияет на кожу и копыта животных (вместо кратковременного прижигания, например при применении медного купороса и др.). Только за один месяц применения препарата на всех предприятиях, в НИИ в различных регионах, которые проводили тесты, количество хромых животных снизилось от 30 % до 90 % в зависимости от условий содержания.

Важно отметить, что по классификатору малоопасных веществ разработанные средства имеют 4 класс опасности.

Ветеринарными врачами и руководителями предприятий отмечается, что ныне применяемые для профилактики и лечения крупного рогатого скота препараты, к сожалению, являются достаточно токсичными и вредными не только для животных, но и для персонала, так как в их состав входят формальдегиды и медный купорос. Препарат «Х-Ноoves» имеет ряд преимуществ, так как является более экологически чистым и безопасным продуктом, имеет высокие бактерицидные свойства, формирует на конечностях животных нанопленку, которая обеспечивает защиту до следующей обработки. Рабочий раствор готовится легко – просто разбавляется водой и не выпадает в осадок.

В Смоленске завершено строительство специализированного производства препаратов «МедьАгро» и «Х-Ноoves».

Работа выполнена при поддержке гранта Правительства Тульской области в номинации «Инновационные проекты».

В декабре 2018 г. коллектив разработчиков препаратов стал победителем XV конкурса «Национальная Экологическая Премия им. В.И. Вернадского».

1. Голосман Е.З. Основные закономерности синтеза и формирования цементсодержащих катализаторов для различных процессов органического, неорганического и экологического катализа / Кинетика и катализ. 2001. Т. 42. № 3. С. 383-393.

2. Бородако Е.Н., Скарлыгина Е.Н., Голосман Е.З., Ефремов В.Н., Скарлыгин М.Н., Фирсов О.П. Мечты сбываются и не сбываются... // Химия и бизнес. № 3-6. 2019. С. 56-58.

ИССЛЕДОВАНИЯ СИНТЕЗА ВИННОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

Горбушкина А.Н., Ефремов А.Ю., Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т.

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101

Ключевые слова: Винная кислота, малеиновый ангидрид, перекись водорода.

Работа проведена с целью оценки возможности получения синтетической винной кислоты с использованием в качестве сырья пероксида водорода цеха № 50. Винная кислота имеет три вида оптических изомеров: D-винная кислота, L-винная и DL-винная кислота.

Получение винной кислоты гидроксигированием 30 %-ного водного раствора малеиновой кислоты перекисью водорода при температуре 60-80 °С в соотношении малеиновая кислота: перекись водорода до 1:1-1,8 проводили в присутствии в качестве катализатора ванадата аммония, молибденовокислого аммония, силикалита титана, вольфрамата натрия. Процесс получения синтетической винной кислоты (СВК) включает: каталитическое эпоксирирование малеиновой кислоты (ангидрида) пероксидом водорода, гидролиз эпоксиантарной кислоты, упаривание реакционной массы, кристаллизацию, фильтрование и сушку продукта

Показано, что при изменении мольного соотношения МА:ПВ как 1:1-1,25-1,5-1,8 в одинаковых температурных и временных условиях, выход синтетической винной кислоты увеличивается при увеличении молей перекиси к малеиновому ангидриду (без возврата фильтрата на повторный синтез) от 26,22 до 51,75 %. Показано, что в фильтрате после отделения кристаллического продукта содержание СВК составляет 11-27 % в зависимости от степени упаривания фильтрата. Использование возвратного фильтрата позволяет увеличить выход продукта дополнительно от 46-56 до 78 % максимально, т.е. 20-22 %.

Изучена кинетика реакции гидроксигирования малеиновой кислоты перекисью водорода в присутствии катализатора вольфрамата натрия во времени. В ходе реакции одновременно с образованием винной кислоты образуются фумаровая, щавелевая и яблочная кислоты.

Анализ фильтрата показывает, что при однократном возврате фильтрата достигается максимальное извлечение винной кислоты.

Изучено влияния фракционного состава (дисперсности образца ВК) на скорость схватывания растворных смесей во времени, которая определялась прибором Вика

Наработан опытный образец СВК и передан на испытания потребителю.

2-(ПИПЕРИДИНОМЕТИЛ)-4-МЕТИЛФЕНОЛ КАК АНАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАГЕНТ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА (III)

Гусейнова Г.А.¹, Залова А.З.¹, Расулов Ч.Г.², Ибрагимов Г.И.¹

¹Азербайджанский Государственный Педагогический Университет;
Азербайджан, 1000, г. Баку, ул. Уз. Гаджиева, 68;

²НАНА им. Ю.Г.Мамедалиева Институт Нефтехимических Процессов;
Азербайджан, 1025, г. Баку, пр. Ходжалы 30
Zalov1966@mail.ru

Ключевые слова: железо, 2-(пиперидинометил)-4-метилфенол

Спектрофотометрическими методами исследовано комплексобразование железа (III) с 2-(пиперидинометил)-4-метилфенолом (L). Идентификацию реагента проводили элементным анализом, ИК- и ЯМР-спектроскопией. Найдено, %: 86,98 C; 3,57H; 3,68 N; 4,12 O. Вычислено, %: 87,64 C; 3,93 H; 3,93 N; 4,49 O. ИК-спектр (KBr)- 3470 cm^{-1} ν (OH), 3050 cm^{-1} ν (CH), 2850 cm^{-1} ν (CH₃), 1610–1450 cm^{-1} ν (C₆H₅), 820-710 cm^{-1} δ (C-H), 1480-1470 cm^{-1} δ (-CH₂), 1420 cm^{-1} (ν_{CN}), 1391 cm^{-1} (ν_{CO}). Спектр ¹H ЯМР (C₆D₆). 2.90 (s, 3H, CH₃), 2.45 (s, 2H, N-CH₂ пиперидин), 1.60-2.47(m, 10H, пиперидин), 7.38–7.42 (m, 3H, Ar).

Найдены оптимальные условия образования и экстракции комплексного соединения и установлены соотношения компонентов в комплексе (Fe:L=1:2). Было установлено, что комплексное соединение образуется в слабокислой среде ($\text{pH}_{\text{опт}}$ 3.8-5.2). Для выяснения возможности экстракции комплекса испытаны растворители: CH₃Cl, C₂H₄Cl₂, CCl₄, C₆H₆, C₆H₅Cl и C₆H₅CH₃. При однократной экстракции хлороформом извлекается 97.5% железа в виде комплекса. Дальнейшие исследования проводили с хлороформом. Содержание железа в органической фазе определяли фотометрически – салициловой кислотой после реэкстракции, а в водной – по разности. Молярный коэффициент поглощения равен $\epsilon_{535} = 3.29 \times 10^4$. L максимально поглощают при 256 нм. Выход комплекса максимален при концентрации 8.5×10^{-4} моль/лL. Комплексообразующей формой железа является FeOH²⁺. При электролизе раствора комплекса не наблюдалось его передвижение ни к аноду, ни к катоду даже после длительного пропускания тока, т.е. он электрически нейтрален. Методом пересечения кривых вычислены константы устойчивости ($\beta_{\text{к}}=9.5$). Комплекс в органической фазе не полимеризуется и находится в мономерной форме ($\gamma=1.05$).

На основании полученных данных разработаны фотометрические методики определения железа в различных объектах.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА СТЕПЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ СТОЧНЫХ ВОД

Давыдкова Т.В., Колесников А.В.

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл. 9
tdavydkova@muctr.ru

Ключевые слова: модельные растворы, степень извлечения

Жидкие техногенные отходы промышленных предприятий представлены сточными водами и отработанными технологическими растворами. В технологических процессах сточная вода загрязняется различными органическими и неорганическими веществами [1].

Проведены эксперименты на модельных растворах сточных вод, содержащих труднорастворимые соединения металлов. Некоторые экспериментальные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность процесса извлечения труднорастворимых соединений алюминия (III) в присутствии Gardostrip Q7940.

Органическая композиция	Метод	$\alpha_{Al^{3+}}$, %	$\alpha_{ХПК}$, %
Gardostrip Q7940	Электрофлотация	10	35
	Фильтрация	96	40

Условия эксперимента: $c(Na_2SO_4)$ 1 г/л; c (Gardostrip Q7940) = 1 мл/л; i_v 0,4 А/л; pH 7.

Установлено, что процесс электрофлотационного извлечения соединений алюминия в присутствии органической композиции Gardostrip Q7940 протекает крайне неэффективно, однако последующая фильтрация позволяет добиться достаточно высокой степени извлечения, $\alpha = 96\%$. Отметим, что в ходе процесса совместной очистки извлекается до 40% органических примесей, что позволит снизить нагрузку на последующую сорбционную доочистку.

1. В. А. Колесников, В. И. Ильин, В. А. Бродский, А. В. Колесников. Электрофлотация в процессах водоочистки и извлечения ценных компонентов из жидких техногенных отходов (ЧАСТЬ I) // Теоретические основы химической технологии. 2017. Т.4, №51. С.361-375.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РЕКТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАЛЬНЫХ И ПСЕВДОКОМПОНЕНТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА

Данилов В.А., Советин Ф.С., Гартман Т.Н., Космынина М.М.

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, д. 9
trinitroanilin@gmail.com*

Ключевые слова: ректификация, синтетического жидкое топливо, фракции, псевдокомпоненты

Разработка оптимальных технологических схем ректификации непрерывных смесей с целью энергосбережения является одной из наиболее важных задач в области технологии топлива. Ректификация наиболее распространена в области разделения непрерывных смесей органических соединений на узкие фракции готовых продуктов, требуемых в отрасли: бензины, авиационные керосины, дизельные топлива и др. Ректификация - массообменный процесс разделения однородных жидких смесей на практически чистые компоненты или фракции, которые отличаются температурами кипения, методом противоточного взаимодействия жидкости и пара. Процесс ректификации многокомпонентных непрерывных смесей является очень энергоёмким, на который приходится до 70% энергоресурсов от общего количества энергии, затраченной на их получение [1-2].

Для проработки варианта оптимальной работы химико-технологической системы (ХТС) требуется разработка компьютерной модели действующей установки. В таких компьютерных моделях рассчитаны с заданной точностью все материальные и тепловые потоки. Пакет программ CHEMCAD является мощным инструментом решения вышеуказанных задач. В указанном программном комплексе единицы оборудования заменены на соответствующие им расчётные модули или их комбинациями [3]

В данной работе проведено компьютерное моделирование блока разделения многокомпонентной непрерывно кипящей углеводородной смеси, с использованием пакета программ CHEMCAD. Созданная в пакете программ CHEMCAD компьютерная модель блока ректификации была разработана при моделировании сложной, крупнотоннажной многостадийной технологической схемы производства синтетического жидкого топлива из природного газа [4].

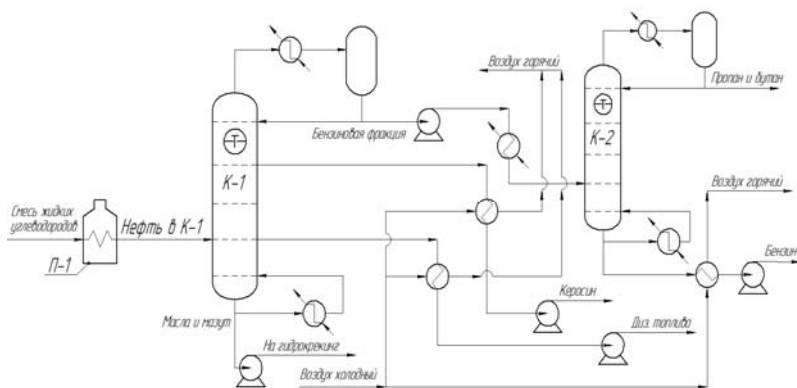


Рис. 1- Технологическая схема получения СЖТ

Выводы:

1. Разработана компьютерная модель технологической схемы ректификации непрерывных углеводородных смесей с использованием псевдокомпонентов взамен использования реальных компонентов;
2. Получены продукты, которые по результатам оценки кривых разгонок оказались более чистыми, по сравнению с результатами моделирования данной схемы на реальных компонентах;
3. Результаты работы массообменного оборудования показывают, что более энергоэффективной является компьютерная модель, которая работает с использованием псевдокомпонентов;
4. Получен сопоставимый материальный баланс технологической схемы как в случае моделирования с использованием псевдокомпонентов, так и в случае моделирования с использованием реальных компонентов.

1. Гартман Т.Н., Советин Ф.С. Применение пакетов программ CHEMCAD для моделирования процессов многокомпонентной ректификации в тарельчатых колоннах при получении синтетического жидкого топлива // Химическая техника. 2010. №2. С. 36-38

2. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. М: «Академкнига», 2008- 415 с

3. Тугашова Л.Г., Гильманова, Д.Л., Сафиуллина Г.Х. Способ повышения эффективности технологических установок // Управление техносферой. - 2018. - Т. 1. - С. 362-371.

4. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Химия, 2001. - 568 с.

СИНТЕЗ НОВЫХ ИМИНОВ, АМИДОВ СОДЕРЖАЩИХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫЙ БЕНЗИЛФОСФОНАТНЫЙ ФРАГМЕНТ

Дауылбек А.А.¹, Нгуен Т.Т.^{1,2}, Гибадуллина Э.М.²,
Бурилова А.Р.².

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», факультет нефти и нефтехимии,
420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68

²ИОФХ им. А.Е. Арбузова - обособленное структурное подразделение
ФИЦ КазНЦ РАН, Россия, г. Казань, ул. Академика Арбузова д. 8
aidonka007@mail.ru

Ключевые слова: пространственно-затрудненный бензилфосфонатный фрагмент,
биологическая активность

Присутствие в соединениях пространственно-затрудненного бензилфосфонатного фрагмента дополнительных фармакофорных фрагментов, позволит получать на их основе новые соединения с высокой биологической активностью. Учитывая интерес к фосфонатам и их применению в качестве реагентов для синтеза соединений, проявляющих биологически активные свойства, существует значительная потребность в их удобных методах синтеза.

Известные методы электрофильного замещения в ряду диаминобензолов исключают введение в одну стадию арильного фрагмента без соответствующей защиты аминогрупп. Удобным подходом к синтезу новых иминов, амидов является использование фосфорсодержащих соединений, представленные работами нашей исследовательской группы. Синтез основан на ключевых промежуточных соединениях, ранее описанными нами для синтеза соединений, объединяющих в одной молекуле пространственно-затрудненный бензилфосфонатный фрагмент. Нами впервые предложен синтез производных бензилфосфоната, содержащих фенилендиаминный фрагмент, основанный на 1,3-диаминобензоле.

Синтезированные С-арилфосфорилированные 1,3-диаминобензолов были исследованы на биологическую активность. Исследование биологической активности синтезированных соединений показало, что 1,3-диаминобензолы проявляют более выраженные антиоксидантные свойства по сравнению со структурными аналогами.

Таким образом, производные 1,3-диаминобензолов со свободными аминогруппами, содержащих пространственно-затрудненный бензилфосфонатный фрагмент, является перспективными для

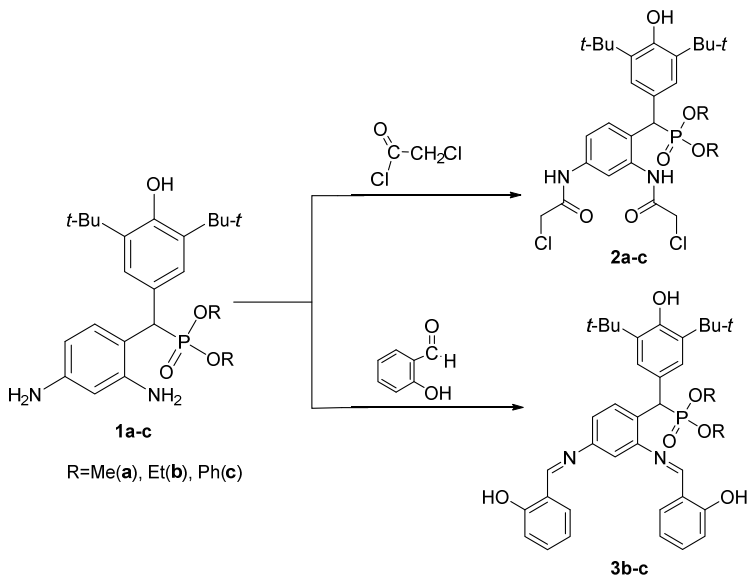
дальнейших исследований классами соединений, проявляющих высокую биологическую активность.

С-арилфосфорилированные производные 1,3-даминобензолов могут служить базовыми соединениями для синтеза получения новых иминов и амидов.

С целью синтеза новых амидов и иминов были изучены реакции диалкил/дифенил (3,5-ди-*tert*-бутил-4-гидроксифенил) (2,4-диаминофенил) метил фосфонатов **1a-c** с хлорацетилхлоридом и салициловым альдегидом.

В результате были получены новые имины и амиды, содержащие пространственно-затрудненный бензилфосфонатный фрагмент.

Строение синтезированных соединений **2a-c**, **3a-c** доказано методами ЯМР ^1H , ^{31}P , ^{13}C спектроскопии, состав подтвержден данными масс-спектрометрией (MALDI-TOF/TOF), элементного анализа. Для некоторых соединений была изучена биологическая активность.



Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта №15-43-02088.

1. E.M. Gibadullina, T.R. Shaekhov, A.K. Badrtidinov, Burilov. Russ.Chem.Bull., Vol. 63, No. 6, p. 1455.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА 1,4-ДИХЛОРБЕНЗОЛА

Дементьев В.В., Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т.,
Хитров Н.В., Уткина Т.А.

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101;

Ключевые слова: 1,4-дихлорбензол, хлорбензол, хлорирование, хлорное железо

1,4-Дихлорбензол (п-ДХБ) находит непосредственное применение как дезодорант, инсектицид, антисептик, растворитель лаков, консервант в кожевенной промышленности является сырьем для производства важнейшего технологического пластика – полифениленсульфида производства полупродуктов, красителей и инсектицидов, фармацевтических препаратов, мономеров – диизоцианатов фенилендиамина и парахлорстирола.

Ключевой реакцией образования п-ДХБ является хлорирование хлорбензола в присутствии хлоридов железа (III), алюминия, олова (IV), сурьмы, титана и др.

Проведены экспериментальные работы по получению п-ДХБ каталитическим жидкофазным хлорированием хлорбензола. Был выбран хлорное железо, как наиболее эффективный. По данному методу процесс проводили при 90-100°C, продолжительности хлорирования 4 ч, мольном соотношении $[C_6H_5Cl]:[FeCl_3]= 100:1$. Затем продували осушенным воздухом в течение 0,5 часа для извлечения остатков хлористого водорода. Содержимое охлаждали и отфильтровывали.

Подобраны оптимальные параметры процессов синтеза п-ДХБ и очистки продукта от катализатора.

Показано, что при хлорировании хлорбензола до его остаточного содержания 8,8-29,3% содержание в кубовой части п-ДХБ мало зависит от остаточного содержания хлорбензола и составляет 53%. При хлорировании до остаточного содержания хлорбензола 2% снижается до 48%. Дальнейшее хлорирование приводит снижению содержания п-ДХБ и увеличения три- тетрахлорированных производных. При этом соотношение п-ДХБ/о-ДХБ увеличивается от 1,5 до 4,5.

Были проведены исследования по очистке реакционной массы от катализатора. Стадию очистного фильтрования проводили при температуре 20-25°C с добавлением гашеной и негашеной извести.

В лабораторных условиях наработано 5кг продукта с массовой долей п-ДХБ 30-50%.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАХЛОРЕТАНА

Дементьев В.В., Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В.

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101;

Ключевые слова: Гексахлорэтан, перхлорэтилен, хлорирование

Гексахлорэтан (ГХЭ) используют в производстве хладона-113, таблеток для дегазации при отливке алюминиевых деталей, как заменитель камфоры в производстве нитроцеллюлозных пластмасс, в смеси с некоторыми металлами как дымообразователь, как интенсификатор свечения пиротехнических составов.

Известен метод получения гексахлорэтана хлорированием тетрахлорэтилена в присутствии безводного хлорного железа. По данному методу процесс ведут при 100-110°C, продолжительности хлорирования 4 ч, мольном соотношении $[C_2Cl_4]:[FeCl_3]= 100:1$. Затем охлаждают и продувают осушенным азотом или воздухом в течение 0,5 часа для извлечения остатков растворенного хлора. Содержимое отфильтровывают и перекристаллизовывают дважды из этилового спирта или бензола. Выход гексахлорэтана составляет 40-45%.

Проведены экспериментальные работы по получению гексахлорэтана каталитическим жидкофазным хлорированием перхлорэтилена. Подобраны оптимальные параметры процесса синтеза. Проверены различные способы очистки продукта от катализатора;

Были проведены исследования по выделению продукта. Поскольку при охлаждении и выделении происходит получение загрязненного катализатором продукта было решено на первой стадии освободиться от катализатора. Для этого применяли очистное фильтрование и только после этого проводили фильтрование готового продукта. На данных стадиях был проведен подбор фильтровального материала. Стадию очистного фильтрования проводили при температуре 70-90°C с добавлением негашеной извести (1% от объема реакционной массы). Затем реакционную массу после удаления катализатора охлаждали до 20-40°C и отфильтровывали гексахлорэтан. Сушку продукта проводили воздухом. Полученный маточник возвращали на следующие операции без дополнительной обработки. Показано, что при этом не происходит ухудшение качества гексахлорэтана на последующих стадиях.

В лабораторных условиях наработан продукт согласно требованиям, ГОСТ 9991-74 с массовой долей гексахлорэтана 99,3-99,8 % и испытан образец ГХЭ у потенциального потребителя.

ПАССИВАЦИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ

Деревянных П.Н., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Желудкова Е.А.,
Ваграмян Т.А.

*ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева, 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, 9;
abr-aleksey@yandex.ru*

Ключевые слова: защита от коррозии, подготовка поверхности, конверсионные покрытия, кремнийсодержащие покрытия, бесхроматная пассивация, пассивация алюминия и его сплавов

В качестве адгезионных слоев под лакокрасочные покрытия перед окрашиванием алюминия и его сплавов широко используются конверсионные хроматные покрытия. Высокие противокоррозионные и адгезионные характеристики покрытий, а также простота реализации процесса обеспечили их широкое применение в промышленности [1, 2].

Растворы хроматирования, как и сами хроматные покрытия, весьма токсичны из-за входящих в их состав ионов шестивалентного хрома. По этой причине их применение ограничено или вовсе запрещено законодательно в странах ЕС и ЕАЭС, Южной Кореи, Китае и др. (Директивы 2000/53/ЕС, RoHS и WEEE).

Анализ научно технической и патентной литературы показал, что перспективной заменой процессам хроматирования алюминия могут явиться процессы нанесения церий-, титан-, цирконий- или кремнийсодержащих покрытий. Растворы для нанесения данных покрытий малотоксичны, не требуют нагрева и просты в применении [3-6].

Настоящая работа посвящена разработке технологий нанесения защитно-адгезионных кремнийсодержащих конверсионных покрытий на поверхность алюминиевого сплава АМг6 с целью замены токсичных процессов хроматирования в автомобильной и других отраслях промышленности.

Был разработан раствор, содержащий метасиликат натрия $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, перекись водорода H_2O_2 и фитиновую кислоту.

Проведенные эксперименты позволили определить область концентраций компонентов растворов, в которых удастся получить покрытия хорошего качества с высокой защитной способностью, а также рабочие параметры процессов.

Рабочие параметры процесса нанесения кремнийсодержащего покрытия приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рабочие параметры процесса

рН раствора	2,0-2,2
Температура раствора	20-25 С°
Продолжительность процесса	3 мин
Температура сушки	20-25 С°

Эллипсометрическим методом была определена толщина получаемых покрытий в зависимости от продолжительности их формирования. Установлено, что толщина покрытий, достигает максимального значения (350 нм) за 3 мин.

С целью выявления возможности эксплуатации покрытий в условиях высоких температур образцы прогревались в течение 1 часа при температуре 160°С. Было выявлено, что защитная способность покрытий после термошока не только не снизилась, но и возросла с 50 до 120 с, в то время как защитная способность хроматных покрытий, как и следовало ожидать, снизилась с 80 до 12 с.

Проведены коррозионные испытания (ASTM B117) окрашенных образцов с адгезионным кремнийсодержащим покрытием. Испытания показали, что кремнийсодержащие покрытия по защитной способности удовлетворяют предъявляемым к адгезионным слоям требованиям, поскольку ширина проникновения коррозии под ЛКП от места надреза не превышает 2,0 мм после 750 часов испытаний. Кроме того, кремнийсодержащие покрытия превосходят хроматные и хромитные аналоги по защитной способности и выдерживают воздействие высоких температур без ухудшения характеристик.

Установлено, что ЛКП с кремнийсодержащим адгезионным подслоем обладает более высокой прочностью сцепления с основой по сравнению с ЛКП с хроматным адгезионным подслоем.

Таким образом, разработана технология нанесения бесхроматных кремнийсодержащих покрытий, которые по свойствам сопоставимы с хроматными.

1. Лушина М.В., Паршин С.Г. Морской вестник, 2011, 1(37), 113-115.
2. Kendig M.W., Buchheit R.G. CORROSION, 2003, 59, 5, 379-399.
3. Chen Siyi, Zhang Shengtao, Ren Xiaolei, Int. J. Electrochem. Sci., 2015, 10, 9073-9088.
4. Kiyota Sayuri, Valdez Benjamin, Stoytcheva Margarita JOURNAL OF RARE EARTHS, 2011, 29, 10, 961.
5. Abrashov A.A., Grigoryan N.S., Vagramyan T.A. et al. Non-ferrous Metals, 2016, 11, 33-37.

РЕАКЦИЯ ТЕТРАЦИАНОЭТИЛЕНА С ТРЕТИЧНЫМИ АМИНАМИ

Егоров П.А., Давыдова В.В., Марьясов М.А., Ромашов Н.П.,
Акчурин А.С., Насакин О.Е.

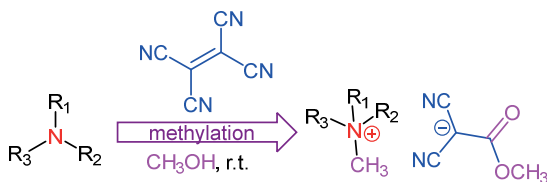
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
ver.92.92@mail.ru

Ключевые слова: тетрацианоэтилен, третичные амины, реакция алкилирования,
образование четвертичных солей.

Четвертичные амины характеризуются широким спектром биологической активности и широким рядом важных природных соединений, таких как холин, ацетилхолин и алкалоид тригонеллин, встречающийся в природе.

Реакции, сопровождающиеся образованием связи углерод-азот, считаются ключевым шагом для синтеза вышеуказанных соединений, чем и пользуются в научных исследованиях, фармацевтической и химической практике. В последнее время метанол, который упоминается как «зеленый метилирующий агент» приобрел всё большее значение.

Мы продолжили исследования, начатые в работе [1], которые позволяют получать четвертичные аммонийные соли реакцией тетрацианоэтилена, растворённого в метаноле с третичными аминами. При этом реакция проходит в течение нескольких секунд, в комнатных условиях. В качестве исходных соединений были использованы противовоспалительный и жаропонижающий препарат ампирон и блокатор кальциевых каналов циннаризин.



Полученные продукты идентифицированы с использованием ИК, масс, ЯМР ¹H и ¹³C спектроскопии.

1. V. P. Sheverdov, V. V. Davydova, O. E. Nasakin, M. A. Mar'yasov, O.A. Lodochnikova. Synlett, 2019, 30, 173-177.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИФЕНИЛГУАНИДИНА В ВИДЕ «МЯГКИХ ГРАНУЛ»

Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В., Полькин Н.М., Васильева О.Б.

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101;

Ключевые слова: Дифенилгуанидин, мягкие гранулы

ПАО «Химпром» производит ДФГ по ТУ 2491-497-05763411-2006 с изм.1-6 «Дифенилгуанидин технический» в виде порошка и виде гранул.

Сушка полученных гранул ДФГ проводится в ленточной сушилке туннельного типа в токе горячего воздуха, подогреваемого паром в калориферах до температуры не более 135 °С. Температура горячего воздуха автоматически поддерживается регулировкой расхода и давления пара. Горячий воздух подаётся противотоком к движущемуся на ленте высушиваемому продукту. Время пребывания продукта в сушилке составляет не более 45 минут и регулируется скоростью движения конвейерной ленты. На выходе из сушилки производится отбор проб ДФГ для контроля качества продукта. При этом получается продукт с твёрдостью гранул в пределах от 1000 до 2000 грамм. На действующей технологической схеме получается продукт, удовлетворяющий требованиям ТУ, но не удовлетворяющий требованиям компании Bridgestone по показателю «твёрдость гранул». Показатель «твёрдость гранул» в ТУ не регламентируется.

В производственных условиях проведены опытно-промышленные работы по оценке возможности получения «мягких гранул» ДФГ, удовлетворяющих требованиям компании Bridgestone. Работы проводились при различных значениях влажности пасты, скорости подачи суспензии, скорости нагрева гранул, температуры и времени сушки, размеров гранул и с использованием специальной добавки. Готовый продукт протестирован по методике представленной компанией Bridgestone. Путём подбора оптимальных режимов при формировании гранул и температурного режима сушки получен ДФГ с твёрдостью гранул, удовлетворяющих требованиям компании Bridgestone. Оптимальные условия сушки гранул ДФГ: давление пара 1,0 кгс/см², температура сушки не более 100°С в течение 30 минут. Качество готового продукта соответствует требованиям ТУ 2491-497-05763411-2006 с изм.1-6.

Наработанные образцы ДФГ переданы на испытания компании Bridgestone.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДКЕРАМИЧЕСКИХ ОЛИГООРГАНОСИЛАЗАНОВ

Жукова С.В., Рыжова О.Г., Кузнецова М.Г., Стороженко П.А.

*ГНЦ РФ АО «Государственный Орден Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт химии и технологии
элементоорганических соединений»,
105118, Россия, г. Москва, ш. Энтузиастов, 38;
svetik-zh@ya.ru*

Ключевые слова: предкерамические олигосилазаны, структура.

Интерес ученых к олигосилазанам обусловлен возможностью их использования в качестве керамических матриц керамоматричных композиционных материалов. Однако, несмотря на многочисленные исследования, структура и химия превращений этих олигомеров остаются не до конца изученными. В настоящей работе методом ЯМР спектроскопии на ядрах ^1H и ^{29}Si исследовано строение олигометилгидридсилазана (марки «ОМГС»). Спектры ЯМР регистрировали на Фурье-спектрометре Bruker AM-360 с рабочей частотой на протонах 360,13 МГц в дейтеробензоле при комнатной температуре. Анализ строения позволил определить структуру и функциональные группы ОМГС для развития подходов к методам синтеза и понимания механизмов взаимодействия при дальнейшей модификации олигосилазанов гетероэлементами.

В результате поликонденсации при получении ОМГС аммонолизом метилдихлорсилана, образуется циклолинейная структура, где смесь циклов и коротких силазановых линеек связаны через силазановые связи Si-N, а также циклодисилазановые связи, что подтверждается анализом спектров ЯМР. В спектрах ЯМР на ядрах ^{29}Si наблюдаются три области сигналов, соответствующие различным структурным фрагментам ОМГС: из них две основные области $[\text{CH}_3\text{Si}(\text{H})_2\text{NH}]$ и $[\text{CH}_3\text{Si}(\text{H})_3\text{N}]$ (х.с. $-18,0 \div -22,3$ м.д.) и небольшой сигнал, отнесенный к конечным CH_3SiH_2 (х.с. -30 м.д.) группам, образованных в результате межмолекулярных перегруппировок. Наблюдаемые резонансы в спектрах ПМР, отнесенные к протонам следующих групп: CH_3Si (х.с. $0,0 \div 0,5$ м.д.), NH (х.с. $0,5 \div 1,3$ м.д.), SiH_2 (х.с. $4,4 \div 4,6$ м.д.) и SiH (х.с. $4,6 \div 5,2$ м.д.), подтверждают циклолинейную структуру ОМГС общей формулы $[(\text{CH}_3\text{SiHNH})_a(\text{CH}_3\text{HSiN})_b(\text{CH}_3\text{SiN})_c(\text{CH}_3\text{SiH}_2)_d]_n$.

СТРОЕНИЕ ИОНОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ИОНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОНАМИ β -ДИКЕТОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ML_3

Жукова Т.А, Гиричева Н.И.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», 153025,
Россия, г. Иваново, ул. Ермака, 39;
zhukova.t.a@inbox.ru

Ключевые слова: β -дикетонатные комплексы, ионы, геометрические параметры.

В масс-спектрах (ИЭ) трис-комплексов ML_3 с бидентатными лигандами L ион состава ML_2^+ , возникающий в результате диссоциативной ионизации комплекса, как правило, является наиболее интенсивным. Другим направлением фрагментации молекулярных ионов является отщепление трет-бутильных групп (tb). В масс-спектре рассматриваемого соединения не было зарегистрировано ионов с массой, превышающей массу молекулярного иона $[M(thd)_3]^+$, что свидетельствует об отсутствии олигомерных форм в насыщенных парах [1].

Для выяснения причин этих общих особенностей масс-спектров β -дикетонатных комплексов нами определено геометрическое строение молекулярной формы $Al(thd)_3$, молекулярного иона $[Al(thd)_3]^+$, а также ионов $[Al(thd)_3-tb]^+$, $[Al(thd)_2]^+$ и $[Al(thd)_2-CH_3]^+$, где thd – дипивалоилметанат (метод расчета DFT/B3LYP/6-311G*, D95*). В таблице 1 приведены некоторые геометрические параметры, заряд q , спиновое квантовое число S, симметрия указанных молекулярных форм, а также относительная интенсивность $I_{отн}$ ионов в масс-спектре комплекса $Al(thd)_3$.

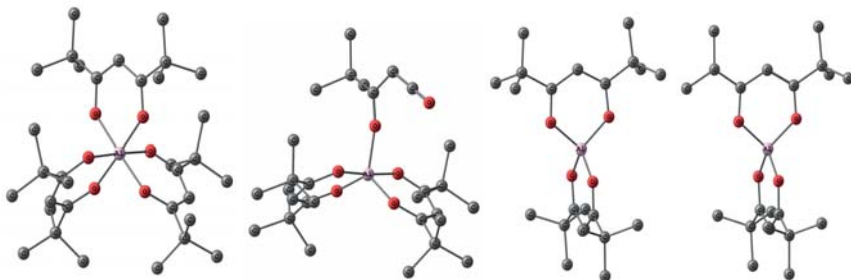


Рис.1. Строение ионов $Al(thd)_3^+$, $[Al(thd)_3-tb]^+$, $Al(thd)_2^+$ и $[Al(thd)_2-CH_3]^+$

Таблица 1. Интенсивность $I_{\text{отн}}$ ионов в масс-спектре, геометрические параметры, заряд q , спиновое квантовое число S

Интенсивность и геом. параметры	$\text{Al}(\text{thd})_3$	$\text{Al}(\text{thd})_3^+$	$[\text{Al}(\text{thd})_3-\text{tb}]^+$	$\text{Al}(\text{thd})_2^+$	$[\text{Al}(\text{thd})_2-\text{CH}_3]^+$	
	$q=0$ $S=0$ D_3	$q=1$ $S=1/2$ D_3	$q=1$ $S=0$	$q=1$ $S=0$ C_2	$q=1$ $S=1/2$	
					$-\text{C}(\text{CH}_3)_2$	$-\text{C}(\text{CH}_3)_3$
$I_{\text{отн.}}$	-	0.33	0.20	1	0.19	
Al-O, Å	1.896	1.890	1.852	1.765	1.756	1.766
O-C, Å	1.307	1.278	1.156	1.313	1.332	1.318
C-Cr, Å	1.415	1.424	1.351	1.408	1.424	1.403
C-Ctb, Å	1.542	1.533	1.529	1.523	1.433	1.524
(H)C-Ctb, Å	1.546	1.539	1.549	1.539	1.503	1.539
C-Cr-C, °	122.3	123.0	119.0	124.7	125.1	
O-Al-O, °	88.4	89.1	-	99.4	100.6	

Ион $[\text{Al}(\text{thd})_3-\text{tb}]^+$ имеет четное число электронов. В результате оптимизации его геометрии бидентатная структура лиганда thd-tb изменилась на монодентатную, с укорочением единственной связи Al-O и образованием линейного фрагмента C-C=O (рис.). Возможно, что отрыв радикала -tb от лиганда приводит к ослаблению связи этого лиганда с комплексом с последующим отрывом этого лиганда.

Ион $\text{Al}(\text{thd})_2^+$ является симметричным (C_2), имеет замкнутую электронную оболочку, значительно более короткое расстояние Al-O и больший угол O-Al-O, который свидетельствует о меньшем стерическом напряжении в координационной полости по сравнению с исходным комплексом $\text{Al}(\text{thd})_3$ или его молекулярным ионом $\text{Al}(\text{thd})_3^+$. Кроме того, избыточный положительный заряд делокализован по остову иона $\text{Al}(\text{thd})_2^+$. Эти особенности геометрического и электронного строения могут являться причиной высокой устойчивости и большой интенсивности тока иона ML_2^+ .

1. Жукова Т.А., Краснов А.В., Белова Н.В., Гиричев Г.В., Жабанов Ю.А., Кузьмина Н.П. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2011. Т. 54. № 5. С. 31-36.

СИНТЕЗ СИЛИКАТА ЦЕРИЯ РЕАЦИЕЙ ОБМЕНА И ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ

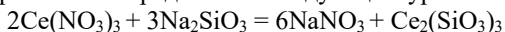
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Смирнова С.Н., Иванова М.А.

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
eiz2020@mail.ru*

Ключевые слова: редкоземельные элементы (РЗЭ), силикат церия, реакция обмена, свойства

Соединения редкоземельных элементов являются весьма ценными, перспективными и в ряде случаев совершенно незаменимыми неорганическими материалами, которые применяются в различных областях современной науки и влияют на развитие технического прогресса (РЗЭ). Среди соединений (РЗЭ) наибольший интерес представляют силикаты, сведения которых в литературе малочисленны. Работами Н.А.Торопова и И.А. Бондарь было показано существование трех видов силикатов (РЗЭ) при получении их из расплавов оксидов соответствующих элементов и кремнезема при высоких температурах. Э.К. Келер и др. получили аналогичные соединения при спекании из окислов при 1600 °С Т.В. Пермяковой и И.С. Лилеевым изучена реакция получения $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ между ионом лантана (III) La^{3+} и метасиликатом натрия. Метасиликат натрия – натриевая соль метакремниевой кислоты, малотоксичный препарат, успешно применяют в медицине для обеззараживания помещений, инструментов и одежды, нейтрализации кислой почвы, в том числе и в сельском хозяйстве для дезинфекции животноводческих и птицеводческих помещений. В качестве щелочного реагента применяют Na_2SiO_3 при синтезе биологически активных препаратов серии «бальзам» для растениеводства, животноводства и птицеводства [1-10].

Основным направлением наших исследований является изучение возможности получения силиката церия при низких температурах реакцией обмена между нитратом церия и метасиликатом натрия при соотношении реагирующих компонентов 2:3. Реакцию образования метасиликата церия можно представить следующим уравнением:



$\text{Ce}_2(\text{SiO}_3)_3$ - полученный конечный продукт светло-сиреневого цвета, хорошо растворим во всех кислотах, в воде и щелочах не растворяется, аморфный, что подтверждается рентгенофазовым анализом.

Выход метасиликата церия по этому методу составляет - 85,5% определены физико-химические параметры: истинный удельный вес -

4,15 г/см³, кажущийся удельный вес - 0,99 г/см³, объемный вес- 0,56 г/см³, пористость - 87%. Изучены биологические свойства $\text{Ce}_2(\text{SiO}_3)_3$ различных концентраций на рост и развитие лука репчатого. Реакции обмена, изучение физико-химических и биологических свойств силикатов (РЗЭ) широко используются обучающимися при изучении спецкурса «Анализ силикатных пород».

1. Тремасов П.И., Живихина Е.И., Маркова С.А., Ситулина И.Г., Киселев И.М. Применение некоторых абиекатов металлов для повышения продуктивности в сельском хозяйстве // Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 1997. –С.229-231.

2. Читнаев Е.Л., Живихина Е.И., Маркова С.А. Неорганические вещества, их биологическая активность // Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции. – Чебоксары: Издательство Чувашского государственного университета, 1997. –С. 232-233.

3. Живихина Е.И., Маркова С.А. Изучение биологической роли препарата «Сувар» на телятах // Семейная медицина в современных условиях: Материалы научно-практической конференции Приволжского Федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. –С. 212-213.

5. Живихина Е.И., Маркова С.А. Основные лесохимические продукты, используемые для МЭП // Наука в XXI веке: Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции по химии. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 2002. -С. 84-85.

6. Живихина Е.И., Маркова С.А., Живихин Д.А. Комплексное применение препарата «Бальзам-ЭКБ» с микроэлементным препаратом «Сувар» // Глобальные проблемы экологизации в Европейском сообществе: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 10-летию образования Международного информационно-экологического парламента. – Казань, 28-29 сентября 2006. -С. 200-201.

7. Живихина Е.И. Синтез и исследование биологически активных препаратов (макро-, микро-, ультраэлементов) на основе терпеноидов / Е.И. Живихина, С.А. Маркова, Д.А. Живихин // Научно-практическая Республиканская конференция «Наука в развитии села». – Чебоксары: Изд-во ЧувГСХА, 2009. – С. 77-80.

8. Живихина Е.И., Маркова С.А., Живихин Д.А. О биологической роли абиеката натрия // Современные проблемы химии и защиты окружающей среды: Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. – Чебоксары: ЗАО «Порядок», 2007. -С. 94-95.

9. Живихина Е.И., Маркова С.А., Никифорова Е.С. Количественное определение меди в органических объектах // Сб. материалов Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием «Наука и образование: теория и практика». -Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2012. -С.80-81.

10. Живихина Е.И. Гидрометасиликат натрия / Живихина Е.И., Маркова С.А., Смирнова С.Н. Современные проблемы экологии: доклады XVII Междунар. науч.-технич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – С. 109-110.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Захарова Н.М., Винокуров Ю.В., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В.

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101;

Ключевые слова: Янтарная кислота, малеиновый ангидрид, гидрирование, палладиевый катализатор

Янтарная кислота (Succinic acid) входит в список так называемых 12 основных химических полупродуктов, получаемых биотехнологическим путем. Среди химикатов из этого списка янтарная кислота обладает наибольшим коммерческим потенциалом. Янтарную кислоту также используют для получения пластиков (пластмассы на основе янтарной кислоты обладают повышенной прочностью и термостойкостью, в сочетании со способностью к биodeградации делает их перспективным сырьем для расходных материалов), смол, пигментов, пластификаторов, лекарственных препаратов, для синтетических целей, хладагентов, антифризов, растворителей, а также в аналитической химии.

Воспроизведена технология получения янтарной кислоты окислением фурфурола пероксидом водорода (Патент RU 2236398) с добавлением щелочного реагента. После полного разложения пероксидов в реакционную массу добавляли расчетное количество соляной кислоты (27,5%), затем реакционную массу упаривали и остаток перекристаллизовывали из ацетона и воды. Была получена янтарная кислота с температурой плавления 183-186 °С и выходом готового продукта 49%, в расчете на фурфурол. В качестве окислителя использовали также гипохлорит натрия. Получена янтарная кислота с выходом менее 30% от массы загружаемого фурфурола, температура плавления 174 °С. Таким образом, на основе фурфурола достигнут выход янтарной кислоты не выше 49% и не достигнуто ее качество.

Гидрирование МА проводили в условиях патента RU 2129540, с предварительной активацией катализатора перед загрузкой МА в следующих условиях: давление водорода - 14-15 атмосфер, температура 70-80°С, время активации – 1 час. Затем проводили загрузку в массу 80 г МА в 250 г воды и проводили гидрирование также в условиях патента: давление водорода - 14-15 атмосфер, температура 70-80°С, время гидрирования – 3-5 часов. После этого проводили горячее очистное фильтрование катализата от катализатора и массу охлаждали.

После кристаллизации, фильтрации и сушки получили янтарную кислоту с температурой плавления 185-187 °С. По показателям качества образцы янтарной кислоты соответствуют ГОСТ 6341-75 марки «ч».

РАСЧЁТ СТАНДАРТНЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИГИДРАТА ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Зинин Д.С., Попова Т.В.

*ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический
университет» (ГГТУ), 142611 г. Орехово-Зуево, Зеленая ул., д.22
tyropova45@yandex.ru*

Ключевые слова: щавелевая кислота, кристаллогидрат, энтальпия, энергия Гиббса, энтропия, метод сравнительного расчёта М.Х. Карапетьянца.

В справочной литературе [1] приведена только стандартная энтальпия образования дигидрата щавелевой кислоты $\Delta_f H^\circ_{298,15\text{ К}} [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{кр})] = -1425,488 \pm 1,255 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. Использование методов сравнительного расчёта физико-химических свойств веществ [2] позволяет вычислить недостающие термодинамические параметры $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{кр})$: $S_f^\circ_{298,15\text{ К}}$ и $\Delta_f G^\circ_{298,15\text{ К}}$. В таблице 1 представлены опорные термодинамические параметры:

Таблица 1. Опорные термодинамические параметры.

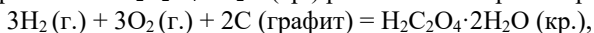
Вещество	$S_f^\circ_{298,15\text{ К}}, \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	Вещество	$S_f^\circ_{298,15\text{ К}}, \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$
$\text{H}_2 (\text{г.})$	130,519±0,020	$\text{C} (\text{графит})$	5,740±0,125
$\text{O}_2 (\text{г.})$	205,036±0,033	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{кр.})$	120,080±1,255

Энтропию образования кристаллогидрата, безводного вещества и воды объединяют следующие теоретические предположения [2]:

1. Молекулы воды (n моль) жестко связаны с безводным веществом, т.е. находятся в состоянии льда при температуре 273,15 К.

2. Расчётная формула представляет собой линейную зависимость:
 $S_f^\circ_{298,15\text{ К}} [\text{Крист. гидрат}] = S_f^\circ_{298,15\text{ К}} [\text{Безвод. в-во}] + n \times S_f^\circ_{273,15\text{ К}} [\text{H}_2\text{O} (\text{кр.})]$
 где $S_f^\circ_{273,15\text{ К}} [\text{H}_2\text{O} (\text{кр.})] = 48,083 \pm 0,209 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$

Согласно результатам расчёта $S_f^\circ_{298,15\text{ К}} [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{кр.})] = 216,246 \pm 1,323 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$. Для вычисления стандартной энергии Гиббса образования $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{кр.})$ рассчитаем энтропию реакции:



$$\Delta_f S^\circ_{298,15\text{ К}} = -801,899 \pm 1,351 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$\Delta_f G^\circ_{298,15\text{ К}} = \Delta_f H^\circ_{298,15\text{ К}} - T \times \Delta_f S^\circ_{298,15\text{ К}}$$

Для данной реакции $\Delta_f H^\circ_{298,15\text{ К}} = \Delta_f H^\circ_{298,15\text{ К}}$, $\Delta_f G^\circ_{298,15\text{ К}} = \Delta_f G^\circ_{298,15\text{ К}}$, тогда $\Delta_f G^\circ_{298,15\text{ К}} [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{кр.})] = -1186,402 \pm 1,318 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$

1. Термические константы веществ (под ред. В.П. Глушко) // Москва: ВИНТИ, 1965-1982, 1-10.

2. Карапетьянц М.Х. Методы сравнительного расчета физико-химических свойств // АН СССР, Москва: Наука, 1965. 401 с.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА *трет*-БУТИЛ 7-АМИНО-3-*трет*-БУТИЛ-4-ОКСОПИРАЗОЛО[5,1-*c*][1,2,4]ТРИАЗИН-1(4*H*)-КАРБОКСИЛАТА

Иванов С.М.

ФГБУН «Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского Российской академии наук», 119991, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 47; sergey13iv1@mail.ru

Ключевые слова: 1,2,4-триазин, литирование, силилирование

Производные несимметричных *t*-Bu-замещённых триазинов широко применяются в качестве средств защиты растений [1]. В продолжение исследований [2], в настоящей работе изучены химические свойства *трет*-бутил 7-амино-3-*трет*-бутил-4-оксопирозоло[5,1-*c*][1,2,4]триазин-1(4*H*)-карбоксилата (**1**) [3]. Установлено, что соединение **1** быстро взаимодействует с избытком *t*-BuLi при низкой температуре [4].

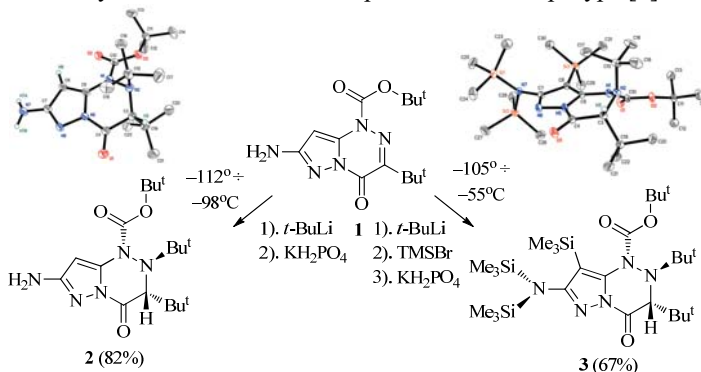


Схема 1. Реакции соединения **1** с *трет*-бутиллитием и триметилсилилбромидом

Реакция включает стадии *umprolung*-присоединения по связи N(2)=C(3), а также обмена H–Li аминогруппы и свободного положения C(8). Обработка реакционной смеси H₃O⁺ либо TMSBr приводит к образованию соединений **2** и **3**, соответственно (Схема 1). Монокристалльный РСА выделенных продуктов подтвердил строение и показал значительное пространственное отталкивание заместителей [4].

1. Heri, W. et al. The Triazine Herbicides; Elsevier Science: Oxford, 2008, 39.
2. Ivanov S.M., Minyaev M.E. J. Organomet. Chem., **2020**, 906, 121060.
3. Иванов С.М., Лысенко К.А. и др. Изв. АН Сер. Хим., **2019**, 68 (9), 1714-1722.
4. Иванов С.М., Миронович Л.М. и др. Изв. АН Сер. Хим., **2020**, в печати.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИНА Б И ЭПОКСИДИАНОВОЙ СМОЛЫ ЭД-22

Иванова К.Ю., Малова Л.А., Кузьмин М.В., Кольцов Н.И.

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени
И.И.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
cool.karakyrtya@ya.ru*

Ключевые слова: отверждающие системы, полиамин Б, эпоксидиановая смола ЭД-22, эксплуатационные свойства.

Все материалы по электрическим свойствам подразделяют на диэлектрики (электроизоляционные материалы), проводники, полупроводники и магнитные материалы. Электроизоляционными являются материалы с большим электрическим сопротивлением, препятствующие утечке электрического тока между какими-либо токопроводящими частями и находящимися под разными электрическими потенциалами.

Разработаны отверждающие системы на основе смеси ароматических и алифатических аминов. Исследовано влияние полиоксигликолей различного строения и молекулярной массы в качестве активных разбавителей. Получены и изучены свойства компаундов на основе эпоксидиановой смолы ЭД-22 и разработанных отверждающих систем.

Заливочные компаунды на основе эпоксидных смол нашли применение для герметизации и защиты компонентов электронного оборудования от влаги и механических повреждений, изоляции и упрочнения узлов и агрегатов высоковольтного оборудования и трансформаторов [1]. Компаунды состоят из эпоксидной смолы, отвердителя и редко разбавителя. Заливочные компаунды, к которым предъявляются высокие требования (повышенная механическая прочность, вязкость, обеспечивающая хорошее заполнение объема, малое водопоглощение и хорошие диэлектрические свойства в широком диапазоне температур), также включают наполнители. В качестве наполнителей применяются слюда, стекловолокно, асбест, кварц, тальк, портландцемент и каолин. Наполнители снижают коэффициент линейного расширения и увеличивают теплопроводность эпоксидных компаундов. Природа эпоксидных олигомеров также влияет на механическую прочность, твердость, диэлектрические свойства и адгезию эпоксидных компаундов к металлам, стеклу, дереву и другим материалам [2,3]. Поэтому разработка и реализация высококачественных

электроизоляционных композитных материалов на основе полимерных связующих, надежно работающих в экстремальных условиях, является актуальной задачей. В связи с этим нами разработаны новые отверждающие аминные системы и эпоксидные компаунды на основе эпоксиановой смолы ЭД-22 и разработанных отверждающих систем.

На первом этапе были получены отверждающие системы на основе смеси ароматических и алифатических аминов производства АО «ОХК «УРАЛХИМ», а также полиамин Б производства ПАО «Химпром». Данный компонент имеет высокую температуру плавления, что является не технологичным. Поэтому были использованы активные разбавители для перевода полиамина Б в жидкое состояние, увеличения его технологичности и реакционной способности. В качестве активных разбавителей использовались полиоксиэтиленгликоли и полиоксипропиленгликоли различного строения и молекулярной массы. При этом содержание активных разбавителей варьировали от 0 до 50%. Для полученных составов изучена устойчивость при комнатной температуре и нагревании. Установлено, что использование полиоксиэтиленгликоля марки VORANOL P 400 до 20% позволяет получить устойчивые технологичные гомогенные отверждающие системы, обладающие низкой вязкостью.

Разработанные отверждающие системы применялись для отверждения эпоксиановой смолы ЭД-22. Составы получали при смешении смолы с отверждающей системой, перемешивали и заливали в специальные фторопластовые формы для получения образцов цилиндрической формы. Полученные составы отверждали при комнатной температуре в течение 2 ч, а затем доотверждали при 100°C в течение 4 часов. Формы охлаждали до комнатной температуры, выдерживали 14 дней для последующего исследования физико-механических и физико-химических свойств отвержденных компаундов. Установлено, что введение полиоксипропиленгликоля марки Л-373 до 20% позволяет увеличить эластичность эпоксиаминных композиций на 20-45%, а введение алифатических аминов позволяет отверждать композиции при нормальных условиях.

1. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е изд. СПб.: Научные основы и технологии. 2010, 822 с.

2. Федосеев М.С., Шардаков И.Н., Державинская Л.Ф., Девятериков Д.М., Цветков Р.В. Влияние природы эпоксидной матрицы, условий ее формирования на термомеханические, термические и адгезионные характеристики полимерного материала // Перспективные материалы. 2013. № 8. С. 11-17.

3. Садыгов Ш.Ф., Ищенко Н.Я. Покрyтия на основе модифицированной смолы ЭД 20 // Пластические массы. 2006. №6. С. 34-36

СИНТЕЗ ТРИНИТРОКСИПРОИЗВОДНЫХ АДАМАНТАНОВОГО РЯДА

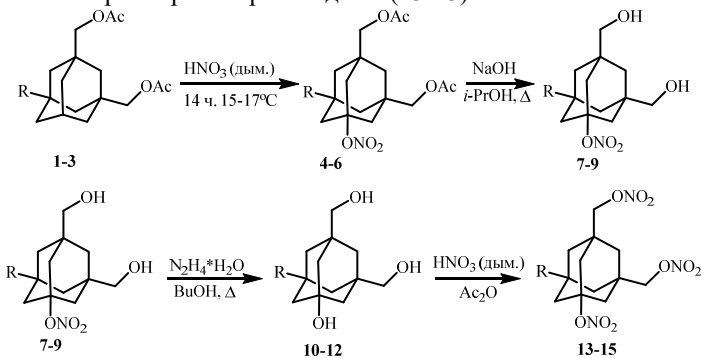
Ивлева Е.А., Казакова А.И., Климочкин Ю.Н.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
443100, Россия, г. Самара, Молодогвардейская, д. 244
elena.a.ivleva@yandex.com

Ключевые слова: адамантан, дымящая азотная кислота, нитроксипроизводные

Полинитроксипроизводные адамантанового ряда рассматриваются в качестве нового класса энергетических материалов и представляют интерес для изучения их физико-химических свойств [1]. Нами разработан подход к синтезу тринитроксипроизводных адамантанового ряда, в которых одна нитрокси-группа непосредственно связана с каркасом, а две других отделены от него метиленовым звеном.

В качестве исходных соединений использовали 1,3-бис(ацетоксиметил)адамантаны (**1-3**), которые нитроксилировали в HNO_3 (100%). Последовательным проведением щелочного гидролиза нитроксипроизводных (**4-6**) и восстановлением нитрокси группы соединений (**7-9**) получили 3,5-бис(гидроксиметил)-1-адамантолы (**10-12**). Дальнейшая реакция **10-12** в системе HNO_3 (100%)– Ac_2O приводит к образованию тринитроксипроизводных (**13-15**).



Структуры всех синтезированных соединений подтверждены современными физико-химическими и спектральными методами анализа.

1. Klapötke T. M., Krumm B., & Widera A. Chem. Plus Chem., 2018, 83, P. 61-69.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ 1,1,2-ТРИХЛОРЕТАНА

Ильина Е.Е.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»), Россия, 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28;
eilizabeth.ilyina@gmail.com*

Ключевые слова: 1,1,2-трихлорэтан, хлорирование

Основной областью применения 1,1,2-трихлорэтана является производство винилиденхлорида, используемого в качестве исходного мономера для получения различных сополимеров, имеющих большое значение в технике и в быту [1]. Наиболее важным является сополимер винилиденхлорида с винилхлоридом, который применяется для получения пищевой упаковочной пленки, обладающей высокой водостойкостью, паро- и газонепроницаемостью.

Основным промышленным способом получения 1,1,2-трихлорэтана является жидкофазное хлорирование винилхлорида. Процесс ведут в избытке хлора с целью наиболее полного использования винилхлорида. При таком способе необходима промывка 1,1,2-трихлорэтана-сырца для удаления хлорсодержащих примесей, из-за чего образуется большое количество сточных вод.

Для решения этой экологической проблемы предлагается вести процесс в избытке винилхлорида [2], а непрореагировавший винилхлорид улавливать пористым адсорбентом и возвращать в начало процесса. При таком способе будет исключаться стадия промывки 1,1,2-трихлорэтана, а также увеличится выход целевого продукта за счет увеличения селективности основной реакции, что в свою очередь позволит повысить технико-экономические показатели процесса.

Таким образом, предложенный способ получения 1,1,2-трихлорэтана решает основную технологическую проблему – большое количество сточных вод при промывке продукта.

1. Ошин, Л. А. Промышленные хлорорганические продукты : справочник / Л. А. Ошин, Ю. А. Трегер, Г. В. Моцарев ; под ред. Л. А. Ошина. – Москва : Химия, 1978. – 656 с.

2. Пат. 910573 РФ, МПК С 07 С 17/02, С 07 С 19/02. Способ получения 1,1,2-трихлорэтана / О. А. Зайдман, Э. В. Сонин, И. Г. Плахова, О. А. Лужняк, А. И. Осипов, В. М. Силин, В. Я. Горб; Предприятие п/я В-2287; опубл. 03.07.1982.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА СУБМИКРОННОГО ОКСИДА ОЛОВА (IV) МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Ильясова Р.Р., Ганиева З.А., Зайнуллина Г.Р., Усманова Г.С.

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,
450074, Россия, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32
Ilyasova_R@mail.ru*

Ключевые слова: микрочастицы, сорбенты

Изучены условия синтеза субмикронного SnO₂ методом химического осаждения.

Разработка материалов на основе субмикронных оксидных матриц привлекает внимание ученых и технологов с точки зрения их повышенной поверхностной активности, открывает возможности для создания новых эффективных катализаторов, сорбентов нового поколения и т.п.

Оксид олова (IV) – один из перспективных материалов широкого спектра применения благодаря химической инертности, доступности, экономичности, а также сорбционной активности.

Целью настоящей работы явилось изучение возможности синтеза частиц оксидов олова (IV) в субмикронном диапазоне для дальнейшего применения в качестве эффективного сорбента.

Субмикронные частицы оксида олова (IV) получены в виде порошка по известной в неорганической химии реакции химического осаждения в системе Sn(SO₄)₂ и NaOH. Изучение размера полученных частиц с помощью лазерного анализатора размера частиц SALD-2101 (Shimadzu, Япония) показало, что размер частиц SnO₂ находится в диапазоне 1 - 10 мкм. При этом с ростом концентрации NaOH в системе размер частиц SnO₂ увеличивается до 30 мкм. Поэтому оптимальной концентрацией NaOH составляет 0,5 М в условиях эксперимента. При этом оптимальная температура синтеза SnO₂ составляет 20⁰С.

Изучено стабилизирующее влияние на размер частиц SnO₂ диспергирующих агентов: полиэтиленгликоля (ПЭГ) и глицерина. Установлено, что добавление ПЭГ в систему в соотношении объем реагирующей смеси и стабилизатор 1:1000 стабилизирует размер частиц SnO₂, размер частиц SnO₂ остается до 10 мкм длительное время.

Таким образом, экспериментально показана возможность синтеза субмикронных частиц SnO₂ простым, доступным и экономичным методом химического осаждения.

ПОИСК НОВЫХ МЕСТНЫХ АНЕСТЕТИКОВ В РЯДУ ПИПЕРИДИНСОДЕРЖАЩИХ ФТОРБЕНЗОЙНЫХ ЭФИРОВ

**Исаева У.Б.,^{1,2} Ахметова Г.С.,¹ Пралиев К.Д.,¹
Датхаев У.М.,² Омырзаков М.Т.³**

¹АО «Институт химических наук им А.Б.Бектурова», 050010,
Казахстан, г.Алматы, ул. Ш. Уалиханова 106,
ulyajan_1603@mail.ru

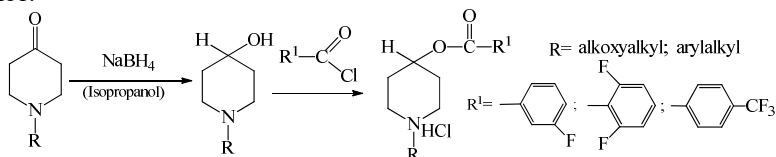
²НАО «Казахский национальный медицинский университет имени С.Д.
Асфендиярова», 050012, Казахстан, г.Алматы, ул. Толе би, 88

³ТОО «GxPCотрапу», 050059/A15E2M1, Казахстан, г.Алматы, пр-т Аль-
Фараби, 13 к1в

Ключевые слова: пиперидины, фторбензойные эфиры

Высокая физиологическая активность сложных эфиров вторичных γ -пиперидиновых спиртов природного происхождения, а также синтетических препаратов подобной структуры (эйкаиин), в свое время широко применявшихся в качестве анестезирующих веществ, является основной причиной неослабевающего интереса к этой группе соединений уже в течение длительного времени. Простота и доступность синтеза γ -пиперидинов позволяют получать новые различные замещенные производные, обладающие разнообразной фармакологической активностью. Литературные исследования указывают на высокую биологическую активность фторсодержащих органических соединений, ввод атома фтора в молекулы органических соединений повышает их биодоступность, метаболическую стабильность, липофильность.

С целью введения одного, двух и трех атомов фтора в структуры вторичных пиперидиновых спиртов на основе 1-алкоксиалкил, 1-арилалкил-4-гидрокси-пиперидинов проведено ацилирование 3-фтор-, 2,6-дифтор- и 4-(трифторметил)бензоилхлоридами, с образованием соответствующих гидрохлоридов сложных эфиров фторбензойных кислот.



Реакцию проводили в абсолютном диоксане или хлороформе действием небольших избытков хлорангидридов на пиперидол.

АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА ЭТАНОЛОМ НА МОДИФИЦИРОВАННОМ ЦЕОЛИТЕ ТИПА ЦВМ

Искендерова А.А., Ахмедова Н.Ф., Мамедова А.З.*, Мамедов С.Э.

*Бакинский Государственный Университет,
AZ 1148, Азербайджан, Баку, 3. Халилова 23
Азербайджанский Университет Нефти и газа*, AZ1010, Баку, Азадлыг, 20
n_akhmed@mail.ru*

Ключевые слова: алкилирование, бензол, этанол.

Этилбензол является важным сырьем для получения мономеров для производства каучука и пластиков. В промышленности для производства этилбензола в основном применяют катализаторы типа Фриделя-Крафтса, которые имеют существенные недостатки, связанные с коррозией аппаратуры и загрязнением окружающей среды. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется разработке катализаторов на основе высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5. Целью настоящего сообщения явилось исследование влияния концентрации фосфора и бора на свойства высококремнеземного цеолита типа ЦВМ в реакции алкилирования бензола этанолом.

Использовали цеолит ЦВМ ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=33$), который путем ионного обмена переводили в H-форму. Катализаторы, модифицированные 0,5-4,0 мас.% Р или В, получали пропиткой H-формы цеолита растворами гидрофосфата аммония и ортоборной кислоты.

Опыты проводили в установке проточного типа со стационарным слоем катализатора (5см^3) при атмосферном давлении в интервале температур 300-500⁰С, объёмной скорости подачи сырья 2 ч⁻¹ и мольном отношении бензол:этанол: $\text{H}_2=2:1:1$. В изученном интервале температур на H-ЦВМ продуктами алкилирования бензола этанолом являются: толуол, этилбензолы (ЭБ), ксилолы, диэтилбензолы (ДЭБ), триэтилбензолы (ТЭБ) и прочие ароматические углеводороды (АРУ) C_9+ .

НЦВМ проявляет низкую активность. Выход этилбензола составляет 22,2-27,1 мас.%. Введение фосфора или бора существенно влияет на показатели процесса алкилирования. Увеличение содержания Р и В в цеолите до 4,0 мас.% резко повышает его селективность. В результате модифицирования происходит возрастание выхода ЭБ с 27,1 мас.% до 38,5 мас.% и селективности по ЭБ с 50,3% до 69,5%.

Установлено, что в результате химического модифицирования H-ЦВМ В и Р происходит снижение концентрации и силы брэнстедовских и увеличение концентрации кислотных центров средней силы, что приводит к увеличению селективности по этилбензолу.

НОВАЯ ВОДОРАСТВОРИМАЯ ФОРМА ВИТАМИНОВ А И Е В ФОРМЕ КОМПЛЕКСА ВКЛЮЧЕНИЯ С БЕТА- ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ

Искинеева А.С., Мустафаева А.К.

*Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина,
010000. Казахстан, г. Нур-Султан, e-mail: iskeneeva_aynara@mail.ru*

Ключевые слова: витамины, комплексы включения, циклодекстрины

В настоящее время активно развивается новое научно-практическое направление по разработке рецептур пищевых ингредиентов в виде водорастворимых комплексов включения в оболочках циклодекстринов (ЦД). Разработка пищевых ингредиентов, обладающих лечебно-профилактическими и антиоксидантными свойствами, является актуальной проблемой. Например, липофильность и нерастворимость витаминов А и Е в водной среде создает трудности в производстве пищевых композиций [1]. В данной работе описываются результаты изучения образования кларатов β -ЦД с комплексом жирорастворимых витаминов. Для получения кларатов с β -циклодекстрином использовался витаминный комплекс «Аевит», содержащий витамины А (ретинол) и Е (α -токоферола ацетат) (ЗАО «Алтайвитамины»). Соответственно, из таких составов они лучше сохраняются и усваиваются после приема пищи. Водорастворимые клараты комплексов включения «АЕ: β -ЦД» были получены с молярным соотношением компонентов от 1:1 до 1:5 с использованием 2-х методов: «растирание в пасте» и соосаждения из водно-спиртового раствора с дополнительной обработкой растворов ультразвуком продолжительностью: от 10 до 60 мин (ИЛ-100-6/2 мощность 1200 Вт и рабочая частота 22 кГц). Наиболее высокие выходы кларатов получены методом «растирание в пасте» и при соотношениях компонентов 1:3 - 1:5. Исследование комплекса проводилось методами термогравиметрического анализа, ИК-, ЯМР¹H-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). На термограмме наблюдается сдвиг максимума термического разложения ЦД с 325^o до 297^oС. В спектрах ЯМР¹H имеются химические сдвиги протонов β -ЦД, свидетельствующие об образовании комплексов включения. На картинках СЭМ наблюдаются изменение морфологии и формы частиц у β -ЦД и кларатного комплекса.

1. Шагина С.Е., Войно Л.И. Естественные и технические науки, 2008, 1(33), 321-323.

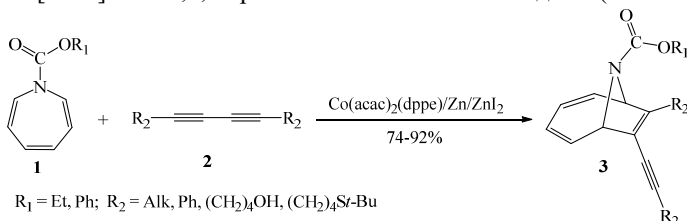
СИНТЕЗ 9-АЗАБИЦИКЛО[4.2.1]НОНА-2,4,7-ТРИЕНОВ КОБАЛЬТ(I)-КАТАЛИЗИРУЕМЫМ [6π+2π] ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕМ 1,3-ДИИНОВ К N-ЗАМЕЩЕННЫМ АЗЕПИНАМ

Кадикова Г.Н., Дьяконов В.А., Насретдинов Р.Н., Джемилев У.М.

*Институт нефтехимии и катализа РАН, 450075, Россия,
г. Уфа, пр. Октября, 141;
Kad.Gulnara@gmail.com*

Ключевые слова: циклоприсоединение, азапины

9-Азабицикло[4.2.1]нонановый остов является структурным ядром важных алкалоидов и их синтетических производных (анатоксин-а, UB-165, пиннамин, бис-гомоэпибатидин), обладающих широким спектром ценных фармакологических свойств. Согласно анализу мировой литературы одним из перспективных методов синтеза 9-азабицикло[4.2.1]нонанов являются реакции циклоприсоединения с участием N-замещенных азапинов [1]. Ранее [2] нами был осуществлен синтез широкого ряда 9-азабицикло[4.2.1]нона-2,4,7-триенов на основе Co(I)-катализируемого циклоприсоединения терминальных алкинов к азапинам. В развитие исследований по синтезу новых 9-азабицикло[4.2.1]нонанов мы изучили каталитическую циклосодимеризацию N-карбозтокси(фенокси)азапинов с 1,3-диинами. Обнаружено, что [6π+2π] циклоприсоединение 1,3-диинов **2** к N-карбозтокси(фенокси)азапинам **1** под действием каталитической системы Co(acac)₂(dppe)/Zn/ZnI₂ приводит к образованию замещенных 9-азабицикло[4.2.1]нона-2,4,7-триенов **3** с высокими выходами (74-92%):



Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 19-73-10116.

1. Дьяконов В.А., Кадикова Г.Н., Джемилев У.М. Успехи химии, 2018, 87 (8), 797-820.

2. D'yakonov V.A., Kadikova G.N., Nasretdinov R.N., Dzhemileva L.U., Dzhemilev U.M. Eur. J. Org. Chem., 2020, 5, 623-626.

Ti-Mg-КАТАЛИЗИРУЕМОЕ ЦИКЛОЦИНКИРОВАНИЕ *N,N'*-(1,4-ФЕНИЛЕНБИС(МЕТИЛЕН))БИС(*N*-(3-(ТРИМЕТИЛСИЛИЛ)ПРОП-2-ИН-1-ИЛ)ПРОП-2-ЕН-1-АМИНА) С ПОМОЩЬЮ Et₂Zn

**Кадикова Р.Н., Мозговой О.С., Габдуллин А.М., Гатауллина А.Р.,
Рамазанов И.Р., Джемилев У.М.**

*Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН, 450075, Россия, респ.
Башкортостан, г. Уфа, просп. Октября, 141;
kadikritan@gmail.com*

Ключевые слова: *N,N'*-(1,4-фениленбис(метилен))бис(*N*-(3-(триметилсилил)проп-2-ин-1-ил)проп-2-ен-1-амин), циклоцинкавание, диэтилцинк.

Азотсодержащие гетероциклы с арильным фрагментом в β - или γ -положении по отношению к атому азота, представляют большой интерес, как нейроактивные соединения, поскольку являются конформационными аналогами нейротрансмиттеров, таких как серотонин и дофамин, а также являются лигандами для опиатных рецепторов. Катализируемая с помощью переходных металлов циклизация енинов является эффективным инструментом для конструирования карбо- и гетероциклических соединений. Использование катализаторов на основе переходных металлов для органического синтеза природных и биологически активных соединений является весьма перспективным направлением. Эффективность использования переходных металлов для катализа обусловлена их широким распространением, низкой токсичностью и дешевизной. Наиболее известный подход к внутримолекулярной циклизации енинов и замещенных *N*-аллилпропаргиламинов заключается в использовании низковалентных комплексов циркония, генерируемых с помощью реакций Cl₂ZrCr₂ с Mg или HgCl₂, а также с помощью действия 2 эквивалентов литийорганических соединений, таких как *n*-BuLi, или реагентов Гриньяра, таких как EtMgBr. Низковалентные комплексы железа, генерируемые с помощью Et₂Zn, также проявили активность в реакции карбоциклизации активированных енинов. Известен также метод получения ацилзамещенных пирролидинов с помощью Me₂Zn/Ni(0)-промотируемой циклизации азотсодержащих алкиниленонов. Циклизация *N*-аллил-*N*-бензил-3-(триметилсилил)-2-пропинамина с помощью триаллилмагната проходит не стереоселективно и дает смесь *Z/E* изомеров в соотношении 1:1 с общим выходом 55%. В то же время реакция *N*-бензил-*N*-(3-(триметилсилил)проп-2-ин-1-ил)проп-2-ен-1-амина с 4 эквивалентами металлилмагний хлорида в присутствии

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ УСТАНОВОК НТС В УСЛОВИЯХ ПАДАЮЩЕЙ ДОБЫЧИ

Квитко П.А.

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 119991, Россия, г. Москва,
Ленинский пр., 65*

Ключевые слова: установка комплексной подготовки газа, низкотемпературная сепарация, дроссельный эффект, снижение пластового давления, турбодетандер, низкотемпературная конденсация, внешний холодильный цикл.

Обязательным промежуточным этапом между извлечением природного газа из скважины на поверхность и его поступлением в магистральный трубопровод является его предварительная подготовка. С этой целью на промысле размещают установки комплексной подготовки газа. На выходе из нее получают сухой отбензиненный газ и газовый конденсат.

На данный момент самым распространенным способом подготовки газа на промысле в РФ является низкотемпературная сепарация (НТС) с применением дроссельных или эжекторных устройств. Эта технология на ранних этапах разработки обеспечивает необходимую степень извлечения тяжелых углеводородов и воды из газа. При длительной добыче углеводородов из скважины происходит снижение пластового давления, что приводит к увеличению количества не выделившихся в процессе сепарации углеводородов. Кроме того, на некоторых месторождениях снижение пластового давления приводит к освобождению порово-трещинного пространства пород и формированию притока подземных вод в залежь. Повышение содержания воды увеличивает значение точки росы и риск образования гидратов. В связи с этим требуется реорганизация имеющихся установок низкотемпературной сепарации, работающих при недостаточном значении пластового давления.

На данном этапе развития газовой промышленности имеются варианты модернизации установки, успешно применяемые на практике.

Одним из примеров является замена дроссельного устройства на детандерное, обеспечивающие более низкие значения точек росы и использование на одном валу с турбодетандером электрогенератора или компрессора, что позволяет преобразовывать потенциальную энергию в полезную работу. В то же время данная технология характеризуется сложной эксплуатацией и высокими жидкостными нагрузками по входному потоку, а также необходимостью монтажа оборудования [1].

Замена установки низкотемпературной сепарации на установку низкотемпературной конденсации (НТК) также находят перспективным методом. Современные схемы НТК включают ректификационные колонны дегтанизации либо дегтанизации для повышения четкости разделения газов. При этом растет количество жидкого продукта в виде стабильного газового конденсата. Кроме того, стабилизация конденсата в колоннах значительно сокращает сбросы газа на факел и увеличивает количество жидких продуктов.

Эффективность отделения углеводородов C_{5+} заметно возрастает при использовании технологии низкотемпературной абсорбции вместо установки НТС. При этом эти углеводороды поглощаются абсорбентом, в качестве которого может использоваться конденсат первой ступени.

Еще одним способом организации установки комплексной подготовки на этапе падающей добычи может быть применение внешнего холода. Установки НТС с холодильным циклом позволяют продлить период работы установки подготовки без ввода дожимной компрессорной станции и снизить энергетические затраты на сжатие газа в два раза по сравнению с сепарацией с применением изоэнтальпийного расширения [1]. При применении внешнего холода на установках НТК обеспечивается стабильная точка росы вне зависимости от времени года и перепада давлений и более глубокое извлечение тяжелых углеводородов. При этом эта технология требует значительного увеличения площади в связи с необходимостью дополнительного оборудования [2].

Необходимость модернизации установок НТС на установках комплексной подготовки газа неуклонно возрастает с одновременным ростом требований к качеству товарного газа. В связи с этим на значительных количествах действующих установок требуется рассмотрение той или иной реорганизации. Выбор конкретной технологии зависит от многих факторов. Каждый из вышеперечисленных способов находит свое применение и может быть предложен для тех установок комплексной подготовки газа, в которых степень извлечения углеводородов C_{3+} или C_{5+} начинает превышать максимально допустимые.

1. Прокопов А.В. Современное состояние технологий промышленной подготовки газа газоконденсатных месторождений / А.В. Прокопов, А.Н. Кубанов, В.А. Истомин и др. // Вести газовой науки: Проблемы разработки и эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. - М.: Газпром ВНИИГАЗ. – 2015. – № 3 (23). – С. 100-108.

2. Духневич Л. Н., Дюмин В. В. Исследование и совершенствование методов НТС природного газа на УКПГ Юрхаровского месторождения // Научные исследования. – 2019. – №3 (29).

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ТЕРМОПАРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ЦЕОЛИТА ТИПА ZSM-5 В ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИИ ТОЛУОЛА

Керимли Ф.Ш., Мамедов С.Э.

*Бакинский государственный университет, Азербайджан
fuad_kerimli80@mail.ru*

Ключевые слова: диспропорционирование, толуол, цеолит ZSM-5

Перспективными катализаторами диспропорционирования являются цеолиты типа ZSM-5, модифицированные различными модификаторами. Одним из возможных путей направленного регулирования пор и кислотных центров является сочетание химического модифицирования с термопаровой обработкой (ТПО) цеолита.

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение влияния модифицирования и ТПО на свойства цеолита ZSM-5 в реакции диспропорционирования толуола.

Н-ZSM-5 обладает низкой селективностью по отношению к бензолу и ксилолам. В интервале температур 450-550°C содержание побочных продуктов ТМВ составляет 6,9-11,3 мас.%. Следует отметить, что во всем исследуем интервале температур содержание п-ксилола в смеси ксилола (пара-селективность ПС) близко к равновесному и составляет 24,1-25,2%. Введение 2,5 мас. % лантана в состав HZSM-5 заметно снижает конверсию толуола на существенно повышает селективность по п-ксилолу. При температуре 500°C конверсия толуола на модифицированном цеолите составляет 32,2 мас. %, а селективность по п-ксилолу возрастает до 40,4%. В результате модифицирования происходит также снижения содержания ТМВ в продуктах реакции (до 2,7 мас.%). ТПО La-ZSM-5 при 500°C в течение 5 ч существенно изменяет его физико-химические и каталитические свойства. В результате ТПО при 500°C конверсия толуола снижается до 21,2 мас. %, а селективность по п-ксилолу возрастает до 50,6%. Содержание ТМВ в продуктах снижается до 0,8 мас.%.

Увеличение ПС катализаторов модифицированных лантаном и прошедших ТПО связано уменьшением эффективного диаметра каналов цеолита и снижением концентрации очень сильных кислотных центров.

Таким образом, сочетание модифицирования с ТПО цеолита ZSM-5 позволяет получать для процесса диспропорционирования толуола катализаторы, обладающие высокой пара-селективностью.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С КОНЦЕПЦИЕЙ ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Климов Д.И., Костикова Н.А., Антонова М.М.

*ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (ФГУП «ГосНИИОХТ»)
Государственный научный центр Российской Федерации, 111024,
Россия, Москва, шоссе Энтузиастов, 23
dir@gosniiocht.ru*

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, импортозамещение, неозон Д

Одним из значимых направлений научно-практической деятельности ФГУП «ГосНИИОХТ» является разработка и внедрение технологий основного органического синтеза в целях реализации государственной политики в сфере импортозамещения. Организация малотоннажного химического производства – сложная системная задача, успех которой является проблемой выбора оптимальных технических, технологических, конструкторских, проектных решений и определяется адекватностью принятого в результате анализа возможных варианта промышленной реализации химико-технологического процесса.

С целью выполнения законодательных требований к технологиям специалистами ФГУП «ГосНИИОХТ» при организации производственных процессов использовался системный научный подход, позволяющий достичь необходимого уровня разработки и практически полного соответствия создаваемых малотоннажных химических производств критериям наилучших доступных технологий (НДТ). Так, в филиале ФГУП «ГосНИИОХТ» «Обособленный завод № 4» (г. Новочебоксарск Чувашской Республики) в конце 2019 года по поручению Министерства промышленности и торговли Российской Федерации создано производство функциональной добавки в РТИ – противостарителя N-фенил-β-нафтиламина (неозона Д) мощностью 5000 кг/год. Данный продукт выпускался в СССР, однако в 90-х годах производство его на территории Российской Федерации было прекращено.

Принципиально процесс получения N-фенил-β-нафтиламина заключается во взаимодействии β-нафтола и анилина при нагревании в условиях кислого катализа. В ходе реакции происходит межмолекулярное отщепление воды, которая выводится из зоны реакции

в виде азеотропа. Нами разработана не имеющая аналогов в мире технология производства неозона Д (**Рис. 1**), позволяющая проводить процесс практически при эквимолярных соотношениях реагентов и каталитическом количестве кислоты, минимизировать образование отходов, исключить коррозию используемого оборудования [1]. Несомненным достоинством является выделение целевого продукта в виде кристаллического порошка в противоположность ранее существующим технологическим подходам, основанным на кристаллизации расплава. Наряду с радикальным снижением уровня энергозатрат было достигнуто значительное улучшение качества неозона Д: использование специально подобранной эффективной системы растворителей позволило выделять его с чистотой до 99 % и практически исключить потери благодаря низкой растворимости (~2-4 г/100 мл при 25 °С).

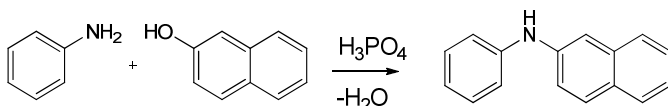


Рис. 1. Схема синтеза N-фенил-β-нафтиламина (неозона Д)

Инновационные научные разработки ФГУП «ГосНИИОХТ» в области химии и технологии органического синтеза позволяют создавать технологии, отвечающие четырем из пяти критериев НДТ. Опытно-промышленное внедрение технологий в условиях малотоннажных химических производств только в ФГУП «ГосНИИОХТ» не позволяет отнести технологии к наилучшим доступным, однако делает потенциально возможным их включение в «Перечень перспективных технологий, которые пока не получили достаточного распространения». Эта закреплённая законодательно категория для технологий является временной, промежуточной по отношению к НДТ, и отражает объективно сложившуюся в настоящее время ситуацию, когда осуществляется опытно-промышленное внедрение результатов инновационной научно-практической деятельности предприятий и организаций, что приводит к массовому созданию новых единичных производств востребованной высокотехнологичной продукции, имеющих реальные перспективы распространения и развития в НДТ, особенно с учетом государственной политики по обеспечению роста промышленного производства Российской Федерации.

1. Способ получения N-фенил-2-нафтиламина / Кондратьев В.Б., Голиков А.Г., Казаков П.В., Костикова Н.А., Климов Д.И., Антонова М.М. // Патент на изобретение RU 2676692 С1, дата регистрации 10.01.2019. Заявка № 2018128083 от 01.08.2018.

КРИТЕРИИ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЦИПАМИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Костикова Н.А., Антонова М.М., Черенков М.А., Корнеева О.И.

*ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт
органической химии и технологии» (ФГУП «ГосНИИОХТ»)
Государственный научный центр Российской Федерации, 111024,
Россия, Москва, шоссе Энтузиастов, 23
dir@gosniiocht.ru*

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, импортозамещение, дипроксид

Разработка и внедрение новых малотоннажных технологий получения импортозамещающей продукции сопряжены с решением комплекса задач по обеспечению соответствия реализуемых технологических решений законодательным требованиям по уровню эффективности производства, а также промышленной и экологической безопасности. Выбор оптимального варианта реализации химико-технологического процесса осуществляется на основе анализа возможных способов получения целевых продуктов с точки зрения принципов наилучших доступных технологий (НДТ). Оценке и сравнению подлежат технологические показатели по количеству выбросов и сбросов и экологические показатели, отражающие степень использования сырья и отходов, а также эффективность мероприятий по очистке газовых выбросов и сбросов сточных вод [1]. Примером инновационных научных разработок ФГУП «ГосНИИОХТ» в области создания технологии органических веществ, отвечающих критериям НДТ, является новая технология получения диизопропилксантогендисульфида (дипроксид) - регулятора процесса полимеризации мономеров.

Существующий способ получения дипроксидов [2] окислением изопропилксантогенатов перекисью водорода предполагает проведение процесса при высоких температурах (60-75 °С) в течение длительного времени (1-3 ч) с использованием избытка окислителя (1,0-1,5 моль перекиси водорода на 1,0 моль ксантогената) в среде серной кислоты, которая вызывает коррозию оборудования.

Нами разработан альтернативный способ получения дипроксидов (Рис. 1) в мягких условиях, позволяющий исключить разложение

перекиси водорода и избежать образования побочных продуктов реакции, в том числе элементарной серы [3].

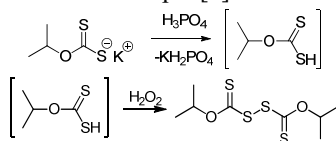


Рис. 1 - Схема синтеза диизопропилксантогендисульфида (дипроксид)

Благодаря использованию в качестве окислителя смеси $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ в стехиометрических количествах удается получить целевой продукт с высоким выходом и чистотой при температуре 5-40 °С и времени реакции 15-30 минут. Использование смеси концентрированных фосфорной кислоты и перекиси водорода в качестве окислителя позволяет радикально снизить количество образующихся сточных вод и провести процесс с образованием минимального количества побочных продуктов, в том числе за счет того, что фосфорная кислота выступает стабилизатором перекиси водорода. Фактором, повышающим уровень технологичности разработки, является незначительный тепловой эффект образования раствора перекиси водорода и фосфорной кислоты, благодаря чему процесс приготовления смеси не требует дополнительного охлаждения даже при использовании концентрированных сред. И наконец, несомненным достоинством использования фосфорной кислоты является ее низкая коррозионная активность.

Сравнительная оценка основных и дополнительных технологических показателей новой и существующей технологий производства дипроксидов [1] позволяет сделать заключение о более высоком уровне технологичности и экологичности разработанной технологии по сравнению с существующей и о ее соответствии принципам НДТ.

1. Глухан Е.Н., Костикова Н.А. Методика количественной оценки новых технологий производства органических веществ в соответствии с принципами наилучших доступных технологий // Химия и технология органических веществ. 2018. № 2 (6). С. 36-42.

2. Method for synthesizing ... by using hydrogen peroxide / Liu Yunli; Li Chunxin; Zhou Jixin; Wang Yongfang; Gao Yuqing; Jiang Jie; Zhang Dong // Патент Китай CN103130693, C07C329/14; заявитель Lanzhou High Fine Chemical Company, заявл. 05.06.2013; опубл. 15.07.2015, приоритетный номер CN2013177950.

3. Способ получения диизопропилксантогендисульфида / Кондратьев В.Б., Голиков А.Г., Костикова Н.А., Антонова М.М., Кондратенко С.М., Корнеева О.И. // Патент на изобретение № 2713402, дата регистрации 05.02.2020. Заявка № 2019135649 от 07.11.2019.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА НОВЫХ АЛКОКСИПРОИЗВОДНЫХ ЭТЕН-1,1-БИСТИОЛЯТОВ НАТРИЯ

Кузьмин С.В., Софронов Д.В., Липин К.В.

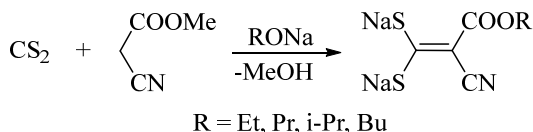
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
rytzar98@mail.ru

Ключевые слова: изопротиолан, перэтерификация

Пирикулярриоз – самая вредоносная болезнь риса, которая ежегодно наносит большие ущербы во всех регионах рисосеяния. Одним из пестицидов для борьбы с этим заболеванием является изопротиолан (диизопропиловый эфир 1,3-дителиолан-2-илиденмалоновой кислоты).

В связи с широким применением изопротиолана актуальным является поиск новых методов синтеза его аналогов. Один из подходов к синтезу 1,3-дителиоланов заключается во взаимодействии полигалогенпроизводных с этен-1,1-бистиолятами натрия [1-3].

Для получения новых 1,3-дителиоланов было решено разработать метод синтеза новых алкоксипроизводных бистиолятов натрия. Данные соединения синтезируются из метиленактивных соединений и сероуглерода при катализе алкоголятами металлов. Нами найдено, что при использовании метилцианацетата наблюдается перэтерификация с элиминированием метанола.



Разработанный метод удобно использовать для получения труднодоступных алкоксипроизводных бистиолятов натрия.

1. К.В. Липин, О.В. Ершов, М.Ю. Беликов, С.В. Федосеев. ЖОрХ, 2017, 1, 148-150.
2. К.В. Липин, О.В. Ершов, М.Ю. Беликов, С.В. Федосеев. ЖОрХ, 2019, 2, 314-316.
3. К.В. Липин, О.В. Ершов. ЖОрХ, 2019, 12, 1947-1949.

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МЕДИ(II) С 2,6-ДИТИОЛ-4-МЕТИЛФЕНОЛОМ И 2,2'-ДИПИРИДИЛОМ

Кулиев К.А., Мамедова Ш.А.

*Азербайджанский государственный педагогический университет,
Азербайджан, г. Баку, У. Гаджибеков, 68; kerim.kuliev.69@mail.ru*

Ключевые слова: медь, 2,6-дитиол-4-метилфенол, 2,2'-дипиридил

Изучено комплексообразование меди (II) с 2,6-дитиол-4-метилфенолом (ДТМФ) и 2,2'-дипиридиллом (Дип) методами элементного анализа, ИК- и ¹H ЯМР-спектроскопии, электронной спектроскопией поглощения в видимой области и термогравиметрией. При однократной экстракции хлороформом извлекается 98.2% Cu (II). pH_{отт} 6.5-7.9. λ_{max} = 629 нм. Наблюдается батохромное смещение максимума поглощения на 355 нм. Стехиометрию исследуемого комплекса устанавливали методами сдвига равновесия и относительного выхода. Cu(II) с ДТМФ и Дип взаимодействует в соотношении 1:1:1. Уменьшение интенсивности ярко выраженной полосы при 2580 см⁻¹, наблюдаемое в спектре ДТМФ и появление в ИК-спектре комплекса двух полос поглощения, одна из которых смещена в сторону меньших частот, говорит о том, что одна из -SH групп участвует в образовании связи с металлом. Исчезновение полосы поглощения при 3460 см⁻¹ указывает, на отсутствие свободных OH групп. Широкая полоса поглощения при 3250 см⁻¹ свидетельствует о наличии скоординированных молекул воды. Полоса поглощения при 1365 см⁻¹ указывает на наличие координированного Дип.

Интенсивность сигнала наблюдаемая при 3.28 м.д., связанная с тиольной группой -SH уменьшается в два раза и несколько смещается в более сильное поле (3.41 м.д.). Это подтверждает, что в комплексообразовании участвует одна тиольная группа. Наличие воды в комплексе подтверждается появлением нового сигнала при 3.45 м.д., связанного с протонами H₂O. Синглет, наблюдаемый в спектре лиганда ДТМФ при 5.48 м.д., связанный с фенольной группой, исчезает. Это указывает, что OH группа участвует в комплексообразовании.

Термическое разложение происходит в три этапа: дегидратация (150 °C): выделение Дип (435 °C) и горение ДТМФ (530 °C). Конечный продукт термолиты комплекса – CuO. Комплексообразующей формой меди (II) является Cu²⁺. Число протонов, вытесняемых им из одной молекулы ДТМФ, оказалось равным 1. При взаимодействии Cu(II) с ДТМФ и Дип образуется разнолигандный комплекс со смешанной координационной сферой.

ИНГИБИТОРЫ ГИДРАТАЦИИ ГЛИН С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫСВОБОЖДЕНИЕМ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА

Липин А.Г., Липин А.А.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», г. Иваново, Шереметевский пр., 7; 157lipin@mail.ru

Ключевые слова: капсулирование, ингибиторы, псевдооживленный слой

Повышение эффективности ряда химических реагентов для буровых растворов, например, ингибиторов коррозии и солеотложения, гидратации глин и глинистых пород, возможно посредством применения их в капсулированной форме. При этом активное вещество, заключенное в полимерную капсулу, высвобождается из неё постепенно, чем и обеспечивается пролонгированный эффект. Формирование полимерной оболочки возможно с использованием растворов и эмульсий полимеров, а также путем проведения реакций поликонденсации и полимеризации непосредственно на поверхности частиц.

В данной работе проведены эксперименты по капсулированию ингибиторов гидратации глин, в полимерные оболочки в аппарате с псевдооживленным слоем. Нанесение защитной оболочки осуществляется путём распыливания на псевдооживленный слой частиц ингибитора дисперсии акрилового полимера. Формирование полимерной пленки происходит вследствие испарения дисперсионной среды и слияния частиц полимера. Процесс проводился в режиме фонтанирующего слоя, обеспечивающего интенсивную циркуляцию частиц. Таким образом, создаются условия для многократного прохождения каждой частицы через зону орошения форсунки, что способствует равномерному распределению пленкообразующего вещества по поверхности обрабатываемых гранул. На установке лабораторного масштаба с диаметром газораспределительной решетки 0,07 м были получены образцы капсулированных ингибиторов гидратации глин с различной относительной массой защитной полимерной оболочки. Проведенные исследования показали, что подбором вида акрилового полимера и толщины покрытия можно получать капсулированные ингибиторы гидратации глин с разной интенсивностью отдачи целевых веществ.

Разработана методика расчета аппарата псевдооживленного слоя для капсулирования реагентов, позволяющая определить основные габаритные размеры аппарата и режимно-технологические параметры процесса капсулирования, обеспечивающие полное покрытие поверхности частиц защитной оболочкой и удаление влаги из пленки капсулянта, а также продолжительность процесса.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСИЙ

Лукша О.В., Опанасенко О.Н., Чернецкая В.М., Опанасенко И.В.

*ИОНХ НАН Беларуси, 220072, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Сурганова 9/1;
ionch@igic.bas-net.by
ОДО «Химавтодорсервис» 220040, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Богдановича 118-370;
info@newroadtech.com*

Ключевые слова: мультикомпонентная реакция, аминокислотные производные жирных кислот рапсового масла, агрегативная устойчивость.

Возрастающие требования к защите окружающей среды и высокие темпы роста потребления нефти обусловили проявление интереса к натуральным возобновляемым источникам сырья для получения органических соединений и материалов. Это послужило основой для развития нового подхода к усовершенствованию химических процессов и производства более безопасных реагентов – «зеленая» химия [1]. С использованием мультикомпонентной реакции аминирования рапсового масла нами был осуществлен синтез модификаторов нефтяных дисперсий. Методом ЯМР-спектроскопии проведен анализ сырья и продуктов реакции [2]. Установлено, что в результате реакции образуются смеси аминокислотных производных жирных кислот рапсового масла (АПЖК) с различным содержанием аминогрупп. Изменение режимов протекания реакции оказывает существенное влияние на количество аминокислотных производных с большей молекулярной массой. Аминирование жирных кислот различного строения происходит приблизительно с одинаковой скоростью, о чем свидетельствует одинаковое соотношение аминокислотных производных в продукте реакции и жирных кислот в исходном рапсовом масле.

Методом сорбции Вошборна [3] оценена эффективность модифицирующего действия АПЖК для тяжелых нефтяных дисперсий вследствие хемосорбционного взаимодействия аминогрупп АПЖК с реакционноспособными группами смолисто-асфальтеновых веществ (САВ). Образование адсорбционных слоев молекулами АПЖК на поверхности САВ подтверждено снижением значений константы капиллярности в 1,8 раз и свободной поверхностной энергии σ_{me} (метод Оуэнса, Вендта, Рабеля и Каелбле [4]) с 18,7 до 13,9 мН/м, повышением краевого угла смачивания водой θ на 22° и полярности P_{me} поверхности САВ с 35 до 46%. Анализ интегрального и дифференциального

распределения частиц ассоциатов САВ показывает, что для них характерна наиболее широкая полидисперсность по размерам – $1,1 \div 2,63 \times 10^{-6}$ м (рисунок 1а), в то время как модифицирование их поверхности приводит к пептизации частиц САВ и, как следствие, увеличению содержания частиц с размером $1,2 \times 10^{-6}$ м (рисунок 1б).

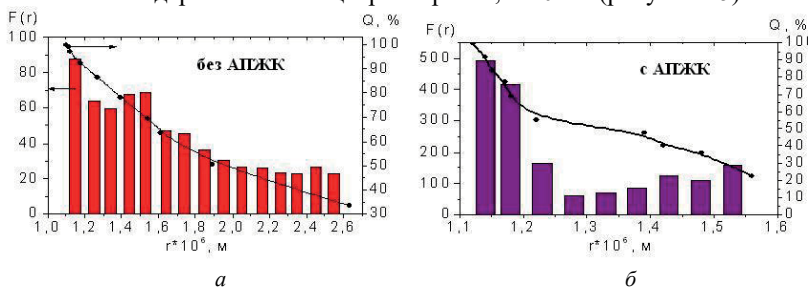


Рис. 1 Интегральное и дифференциальное распределение ассоциатов частиц САВ

На основании оценки агрегативной устойчивости тяжелых нефтяных дисперсий методом определения точки начала флокуляции («онсет») установлено повышение числа пептизации P в присутствии АПЖК с 1,4 до 2,1, что свидетельствует об агрегативной устойчивости САВ и, как следствие, снижении вероятности их осаждения в нефтяной среде.

Выявлены особенности изменения коллоидной структуры окисленного битума в присутствии АПЖК, оказывающие существенное влияние на улучшение адгезионного взаимодействия с минеральными материалами и устойчивости к процессам термоокислительной деструкции.

С использованием АПЖК разработаны эмульгаторы и модификаторы окисленного битума, диспергатор нефтешлама для получения агрегативно и кинетически устойчивых его водных дисперсий, реагент для предотвращения образования и удаления асфальтено-смоло-парафиновых отложений при транспортировке, хранении и переработке тяжелого нефтяного сырья.

1. Савицкая Т. А. [и др.] «Зеленая стратегия» развития образования и промышленности в Беларуси//Свиридовские чтения: сб. ст., вып. 7, С. 236-242.

2. Е. Д. Скаковский [и др.] ЯМР анализ модифицированного рапсового масла//Химия и технология растительных масел: материалы докладов V Всероссийской конф.-школы, 2008, С. 257.

3. Washburn E.W. The dynamics of capillary flow//Physical review. 1921, Vol. 17, P. 273–282.

4. Owens D.K., Wendt R.C. Estimation of the surface free energy of polymers // J. Applied Polymer Sci, 1969, Vol. 13, P. 1741–1747.

ГАЗОБЕТОН С ЭФФЕКТИВНОЙ ДОБАВКОЙ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПЕРЛИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Мазманиян С.В., Саргсян А.А., Папян Г.Б.,
Мазманиян Дж.С., Гарибян Г.Р.

*ООО “Раздан Цемент Корпорейшн”, 0602, г. Арарат, ул. Исаакяна
22/9, smbat.chemistry@mail.ru*

*Национальный университет архитектуры и строительства Армении;
Основная школа №171, 0001, г. Ереван, Аван, пос. им. Е. Чаренца;*

Ключевые слова: перлит, газобетон

В последнее время ввиду развития нанотехнологий и необходимости создания современных модифицированных теплоизоляционных материалов различного состава широкое распространение получило использование наноструктурированных систем для осуществления направленного регулирования физико-механических свойств конечных изделий. Их можно использовать не только как вяжущие системы, но и как эффективный компонент основного вяжущего или добавку.

Цемент является дорогостоящим материалом, и производители пенобетонных блоков заинтересованы в его экономии. Исходя из этого, использование различных минеральных добавок и альтернативных вяжущих систем, в том числе и различных наноструктурированных вяжущих, диктуется следующими обстоятельствами: - необходимостью придания цементным системам специальных свойств; - экономией дорогостоящего вяжущего и топливно-энергетических ресурсов; - улучшением экологического баланса регионов за счет утилизации.

На данный момент существуют две основные задачи, стоящие перед производителями пенобетонных блоков: во-первых, повысить их прочность, не увеличивая значения плотности, во-вторых, снизить себестоимость продукции, не теряя при этом в качестве. Решить эти задачи можно путем добавления в бетонную смесь наноструктурированного вяжущего на основе перлита, системы с уникальными свойствами. Данное вяжущее содержит до 10 % наночастиц, что оказывает положительное влияние на свойства цементной системы и готовых образцов.

Сырьем для производства наноструктурированного вяжущего является перлит – горная порода вулканического происхождения. Порода формируется на краях потоков лавы, в местах первичного соприкосновения магматических расплавов и земной поверхности. В

результате быстрого охлаждения (закалки) лавы формируется вулканическое стекло – обсидиан. В дальнейшем подземные воды проникают сквозь обсидиан, происходит его гидратация и образование гидроксида обсидиана – перлита.

Наноструктурированное вяжущее на основе перлита получают в мельнице шарового типа постадийным мокрым помолом, что позволяет добиться большого значения энергии активации частиц. Наночастицы, содержащиеся в наноструктурированном вяжущем, оказывают положительное влияние на микроструктуру межпоровых перегородок.

В результате ряда опытов было установлено, что при замене части цемента на наноструктурированное вяжущее на основе перлита получаем не только существенное уменьшение стоимости газобетона, но и прирост прочности. Так, при введении перлита в размере до 30 % от объема формовочной смеси, значительно возрастает прочность на сжатие ввиду наличия наночастиц.

Наноструктурированное вяжущее на основе перлита, заменяя часть цемента, позволяет существенно снизить стоимость материала, в нашем случае – блоков из газобетона. Во-вторых, наноструктурированное вяжущее, являясь активным компонентом, позволяет стабилизировать систему, снизить усадку и увеличить прочность, в связи с этим технология производства ячеистых бетонов на основе цемента с добавлением этого альтернативного вяжущего гораздо эффективнее.

1. Мазмания С.В., Израелян В.Р.. Влияние суперпластификатора на свойства цемента с нетрадиционной гидравлической добавкой // III Международная Конференция По Химии и Химической Технологии. Сентябрь 16-20 2013г. Ереван-2013г., стр. 158÷161.

2. Мазмания С.В. Влияние SO₂ на гидратацию цемента с нетрадиционной гидравлической добавкой // Международная Конференция по Химической Технологии ХТ' 12. 18-23 марта 2012г. Москва-2012г., Том 1, с. 489÷492.

3. Mazmanyan S.V., Israyelyan V.R., Tadevosyan S.H.. Portland Cement Clinker With Solid Residue Of Slate Distillation Process // 17th International Conference on Building Materials Baustoffagung September-2009. Bundesrepublik Deutschland Tagungsbericht. Weimar-2009, Band 1., pp. 1-0586÷1-0590.

4. Мазмания С.В. Исследование клинкеров, синтезированных из сухих остатков процесса полукоксования сланцев джаджурского месторождения и железо содержащих отходов // Сборник научных трудов ЕГУАС. Ереван-2012г., Том III, с. 126÷134.

5. Mazmanyan S., Safaryan A., Israyelyan V., Papyan G., Gharibyan H. Concrete New Generation Of Low Cement Consumption // 19th International Conference on Building Materials Baustoffagung, September-2015. Bundesrepublik Deutschland Tagungsbericht, Weimar-2015, Band 2., pp.2-979÷2-989.

СИНТЕЗ ФТОРБЕНЗОЙНЫХ ЭФИРОВ 1-(2-ФЕНИЛЭТИЛ)-4-ЭТИНИЛ-4-ГИДРОКСИПИПЕРИДИНА

**Максатова А.М.,¹ Ахметова Г.С.,² Пралиев К.Д.,²
Датхаев У.М.,¹ Омырзаков М.Т.³**

¹НАО «Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова», 050012, Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 88
aika-172_92@mail.ru

²АО «Институт химических наук им А.Б.Бектурова», 050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Ш. Уалиханова 106,

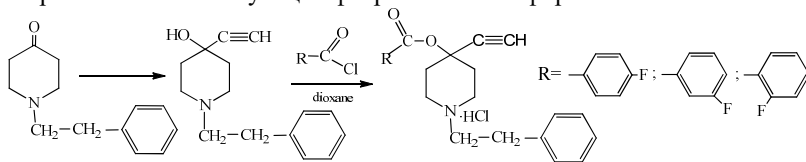
³ТОО «GxPCотрапу», 050059/A15E2M1, Казахстан, г.Алматы, пр-т Аль-Фараби, 13 к1в

Ключевые слова: пиперидины, фторбензойные эфиры

Высокая фармакологическая активность производных 1-(2-фенилэтил)-4-оксопиперидина является веской причиной продолжения синтетических исследований в этом ряду [1]. Однако, наличие фенилэтильного фрагмента у атома азота понижает водорастворимость препаратов, что, в свою очередь, накладывает определенные ограничения при проведении их фармакологических испытаний.

Многочисленные исследования подтвердили высокую биологическую активность целого ряда фторсодержащих органических соединений, этот интерес вызван значительным улучшением фармакологических свойств фторированных соединений.

В связи с этим с целью выяснения влияния введения атома фтора в молекулу производных пиперидина на биологическую активность препаратов ацилированием 1-(2-фенилэтил)-4-этинил-4-гидроксипиперидина *n*-фтор-, *m*-фтор-, *o*-фтор-бензоилхлоридами синтезированы соответствующие фторбензойные эфиры.



Реакцию проводили в абсолютном диоксане действием небольших избытков хлорангидридов на этинилпиперидол. Полученные сложные эфиры представляют собой кристаллические вещества с четкой температурой плавления.

1. Пралиев К.Д., Ахметова Г.С., Ю В.К., Северова Е.Е., Поминова Н.М., Абдикалиев Н.А. Изв. КНТО «Каха», 1999, 2, 56-62.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА(III) С 2,3,4-ТРИГИДРОКСИ-4'-СУЛЬФОАЗОБЕНЗОЛОМ И КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Мамедова П.Р., Магеррамов А.М., Чырагов Ф.М., Абдуллаев Р.А.

*Бакинский Государственный Университет,
AZ 1148, Азербайджан, г. Баку, ул. Академика Захида Халилова-23;
poladazer@gmail.com*

Ключевые слова: спектрофотометрическое, золота (III), поверхностно-активные вещества

Золото (III) с 2,2', 3,4-тетрагидрокси-3'-сульфо-5'-хлоразо- бензолом (TSXAB) быстро реагирует в кислотном растворе pH 5-6 с образованием коричневатого-желтого комплекса. Спектры поглощения Au (III) - TSXAB представляют собой кривую с максимальным поглощением при 490 нм и средним молярным коэффициентом поглощения $2,3 \cdot 10^4$ моль⁻¹ см⁻¹ в водных средах. Спектры поглощения систем Au (III) -TSXAB-CPCl, Au (III) -TSXAB-CPBr и Au (III) -TSXAB-CTMABr представляют собой кривую с максимальными значениями поглощения при 530 нм, 530 нм и 540 нм и средней молярные коэффициенты поглощения составляют $3,78 \cdot 10^4$ моль⁻¹ см⁻¹, $3,67 \cdot 10^4$ моль⁻¹ см⁻¹ и $3,81 \cdot 10^4$ моль⁻¹ см⁻¹ в мицеллярных средах соответственно. Наиболее примечательным моментом этого метода является то, что молярная абсорбционная способность комплекса Au (III) - 2,2', 3,4-тетрагидрокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензола в присутствии катионных поверхностно-активных веществ почти выше значения, наблюдаемого в водном растворе, что приводит к увеличению чувствительности и селективности метода. Абсорбция была линейной для $0,584-5,61$ мкг мл⁻¹ Au (III) в системе Au (III) - TSXAB и $0,428-6,362$ мкг мл⁻¹, $0,435-6,221$ мкг мл⁻¹, $0,436-6,832$ мкг мл⁻¹. Au (III) в системах Au (III) -TSXAB-CPBr, Au(III)-TSXAB-CTMABr соответственно. Относительное стандартное отклонение ($n = 5$) составляло 0-2,5 % для 0,1-10 мкг Au (III), что свидетельствует о высокой точности и воспроизводимости этого метода. Чувствительность Сэнделла (концентрация для 0,001) для Au (III) составила 7 мкг см⁻² в системе Au (III) - TSXAB и 5 мкг см⁻², 6 мкг см⁻², 5 мкг см⁻² в системе. системы Au (III) -TSXAB-CPBr, Au (III) -TSXAB-CTMABr. Предложенные методы были успешно использованы при определении Au (III) в нескольких синтетических смесях.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЦИНКА(II) С 2,3,4- ТРИГИДРОКСИ-4'-СУЛЬФОАЗОБЕНЗОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Мамедова П.Р., Магеррамов А.М., Чырагов Ф.М., Абдуллаев Р.А.

*Бакинский Государственный Университет,
AZ 1148, Азербайджан, г. Баку, ул. Академика Захида Халилова-23;
poladazer@gmail.com*

Ключевые слова: спектрофотометрическое, цинк, поверхностно-активные вещества

Спектрофотометрическим методом исследовано комплексообразование цинка(II) с 2,3,4-тригидрокси-4'-сульфоазо-бензолом в присутствии катионных поверхностно-активных веществ (ПАВ) - хлорида цетилпиридиния, бромида цетилпиридиния, бромида цетилтриметиламмония. При взаимодействии цинка(II) с реагентом образуется окрашенное комплексное соединение максимальным светопоглощением при 460 нм. Максимальный выход комплекса наблюдается при pH=8,0-9,0. В этой среде реагент поглощает при 380 нм. В присутствии ПАВ образуются разнолигандные комплексы Zn(II)-R-ПАВ, при этом наблюдается батохромный сдвиг по сравнению со спектром бинарного комплекса. Светопоглощение комплексов Zn(II)-R-ЦПВr, Zn(II)-R-ЦПCl и Zn(II)-R-ЦПМАВr максимально при 471, 469 и 466 нм соответственно.

Изучение зависимости оптической плотности от pH среды показало, что все разнолигандные комплексы цинка (II) образуются в интервале pH 3-11 и максимальный выход их комплексов наблюдается при pH 8,0-9,0. Окраска реагента и комплексов зависит от pH среды. Поэтому спектры поглощения комплексов сняты на фоне контрольного опыта (R+ПАВ), приготовленный в аналогичных условиях, и установлено, что светопоглощение разнолигандных комплексов, на фоне контрольного опыта, максимально при 470 нм.

В дальнейшем для установления оптимальных условий образования разнолигандных комплексов было изучено влияние концентрации реагирующих компонентов, температуры и времени. Найдено, что выход всех разнолигандных комплексов максимален при концентрациях $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ R и $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ПАВ соответственно. Оптическая плотность растворов разнолигандных комплексов остается постоянной при 3,0-10,0-кратных молярных избытках реагента и 5,0-14,0-кратных молярных избытках ПАВ. Бинарный и все разнолигандные комплексы цинка(II) образуются сразу после смешивания растворов компонентов, отличающиеся

устойчивостью. Так, если бинарный комплекс устойчив в течение двух часов и при нагревании до 60°C, то разнолигандные комплексы устойчивы в течение более суток и при нагревании до 80°C.

Соотношение реагирующих компонентов в составе образующихся окрашенных соединений установлены методами изомолярных серий, относительного выхода Старика-Барбанеля и сдвига равновесия. Результаты всех методов показали, что соотношение компонентов в бинарном комплексе Zn(II):R равно 1:2, а в разнолигандных комплексах Zn(II):R:ПАВ=1:2:2. Методом Астахова определено число H⁺, вытесняющихся при ком-плексообразовании, и подтверждено указанное соотношение компонентов в комплексах.

Вычислены константы устойчивости бинарного и разнолигандных комплексов цинка(II). Для расчета константы устойчивости комплекса Zn(II)-R использовали метод пересечения кривых; найдено, что $\lg\beta=9,92\pm 0,17$. Учитывая молярные соотношения компонентов в разнолигандных комплексах, вычислены их константы устойчивости. Установлено, что в присутствии ПАВ, более чем на два порядка повышается устойчивость комплексов: $\lg\beta(\text{Zn-R-ЦПBr})=13,08\pm 0,11$; $\lg\beta(\text{Zn-R-ЦПCl})=12,90\pm 0,18$; $\lg\beta(\text{Zn-R-ЦПMAr})= 12,74\pm 0,20$. Молярные коэффициенты светопоглощения комплексов приведены в табл. 1. Видно, что при введении ПАВ повышается молярный коэффициент светопоглощения.

Таблица 1.

Химико-аналитические характеристики комплексов цинка (II) с 2,3,4-тригидрокси-4'-сульфоазобензолом в присутствии катионных ПАВ.

Комплексы	pH _{опт}	λ_{max} , нм	$\Delta\lambda$, нм	Соотн. компо- не- н-тов	$\epsilon \cdot 10^{-4}$	Интер. линей. град. граф. мкг/мл	$\lg\beta$
Zn(II)-R	8,0-9,0	460	81	1:2	3,30±0,12	0,18-2,18	9,92± 0,17
Zn(II)-R-ЦПBr	8,0-9,0	471	92	1:2:2	5,40±0,15	0,17-2,92	13,08± 0,11
Zn(II)-R-ЦПCl	8,0-9,0	469	90	1:2:2	5,20±0,16	0,18-2,92	12,90± 0,18
Zn(II)-R-ЦПMAr	8,0-9,0	466	87	1:2:2	5,95±0,10	0,12-2,88	12,74± 0,20

В работе исследовано комплексообразование цинка(II) с 2,3,4-тригидрокси-4'-сульфоазобензолом в присутствии катионных поверхностно-активных веществ и разработана высокоселективная методика фотометрического определения его микроколичеств.

СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ СОСТАВА $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОМПОЗИЦИИ С ЦЕОЛИТОМ ТИПА ZSM-5 В ПРЕВРАЩЕНИИ МЕТАНОЛА В ОЛЕФИНЫ C_2-C_4

Махмудова Н.И., Ильяслы Т.М., Мамедов С.Э.

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан
natavan.maxmudova@mail.ru

Ключевые слова: наночастицы $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$, цеолит ZSM-5, метанол, олефины C_2-C_4

Композиционные материалы широко применяют в качестве огнеупорных материалов, пигментов, катализаторов. Методы горения дают возможность синтеза нанопорошков с высокой удельной поверхностью и позволяют применять их в композиции с мезопористыми материалами для приготовления эффективных катализаторов превращения органических соединений.

В связи с этим целью настоящей работы явилось синтез наночастиц состава $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ методом низкотемпературного горения и исследование каталитических свойств композиции на основе наночастиц $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ с высокремнеземным цеолитом ZSM-5 в процессе превращения метанола в олефиновые углеводороды C_2-C_4 .

Для достижения поставленной цели были исследованы процессы фазообразования в системе $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ в условиях смешения металлокомплексов дигидразидов малоновой кислоты, их горения и термообработки продуктов при температурах 800°C, 1000°C, 1200°C. Показано, что исследуемые фазы $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ образуются при 800°C. Размеры наночастиц $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ зависят от температуры прокали. При температуре 800°C размеры наночастиц $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ – 6,5 нм.

Катализаторы были приготовлены сухим смешением нанопорошка $Du_xMg_{1-x}Al_2O_4$ с H-формой ZSM-5 с последующей обработкой приготовленной смеси при 550°C в течение 4 ч. Содержание нанопорошка в катализаторе составляло 5,0-15,0 мас. %.

Каталитические опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора (4 см³) в интервале температур 300-400°C. Объемная скорость подачи метанола 2 ч⁻¹. Превращение метанола на HZSM-5 идет с недостаточной высокой селективностью по олефинам C_2-C_3 . При 350°C выход этилена и пропилена составляют 16,4 и 18,5 %. Модифицирование HZSM-5 нанопорошками приводит к увеличению селективности. Наиболее высокую селективность проявляет композиция, содержащая 10 мас. % $Du_{0,1}Mg_{10,9}Al_2O_4$ и 90 % HZSM-5. При 350°C выход этилена и пропилена возрастает до 27,5 и 31,1 мас. %.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРА ОСАДИТЕЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБОНАТА НЕОДИМА

Мельник Ф.¹, Богатырева Е.В.¹, Семёнов А.А.², Кулагин Б.Р.²

¹Национальный исследовательский технологический университет «МИСис», 119049, Москва, Ленинский проспект 4
e-mail: Helen_Bogatureva@mail.ru, filippmelnic@gmail.com

²ООО «Лаборатория Инновационных Технологий», Московская область, Королёв, район Юбилейный, Пионерская ¼

Ключевые слова: редкоземельные элементы, неодим, осаждение

Неодим и его соединения стали неотъемлемой частью современного производства: катализаторы нефтехимической промышленности, микроэлектроника, датчики, высокоскоростного оптоволокно, стекло в лазерах для термоядерного синтеза, магниты и электродвигатели на его основе.

В данной работе исследуется зависимость состава раствора осадителя на основе солей аммония на гранулометрический состав и скорости фильтрации получаемого карбоната неодима. Осаждение проводилось из полупродукционных азотнокислых растворов ООО «ЛИТ» 20 % раствором $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 - \text{NH}_4\text{HCO}_3$, при температуре 40 °С. Результаты исследования приведены на рисунке 1.

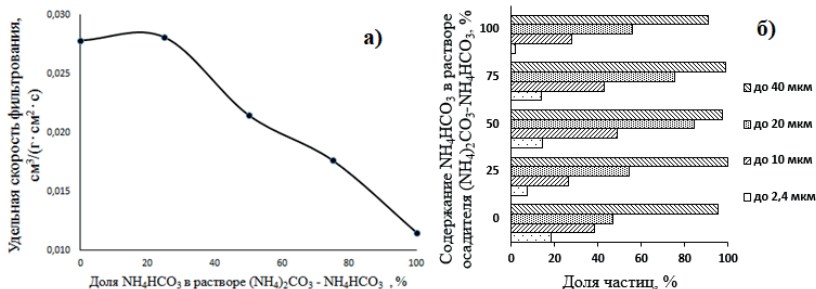


Рисунок 1 – Результаты исследования зависимости удельной скорости фильтрации от доли NH_4HCO_3 в растворе осадителя $\text{NH}_4\text{HCO}_3 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (а) и влияния состава раствора осадителя на весовую долю частиц, соответствующих заданным значениям размеров частиц (б)

Из рисунка 1 видно, что увеличение доли NH_4HCO_3 в растворе осадителя $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 - \text{NH}_4\text{HCO}_3$ уменьшает удельную скорость

фильтрования. Уравнение скорости фильтрования при величине достоверности аппроксимации $R = 0,98$:

$$y = 2 \cdot 10^{-8} \cdot x^3 - 5 \cdot 10^{-6} \cdot x^2 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot x + 0,026$$

На рисунке 2 представлены микрофотографии полученных осадков карбоната неодима.

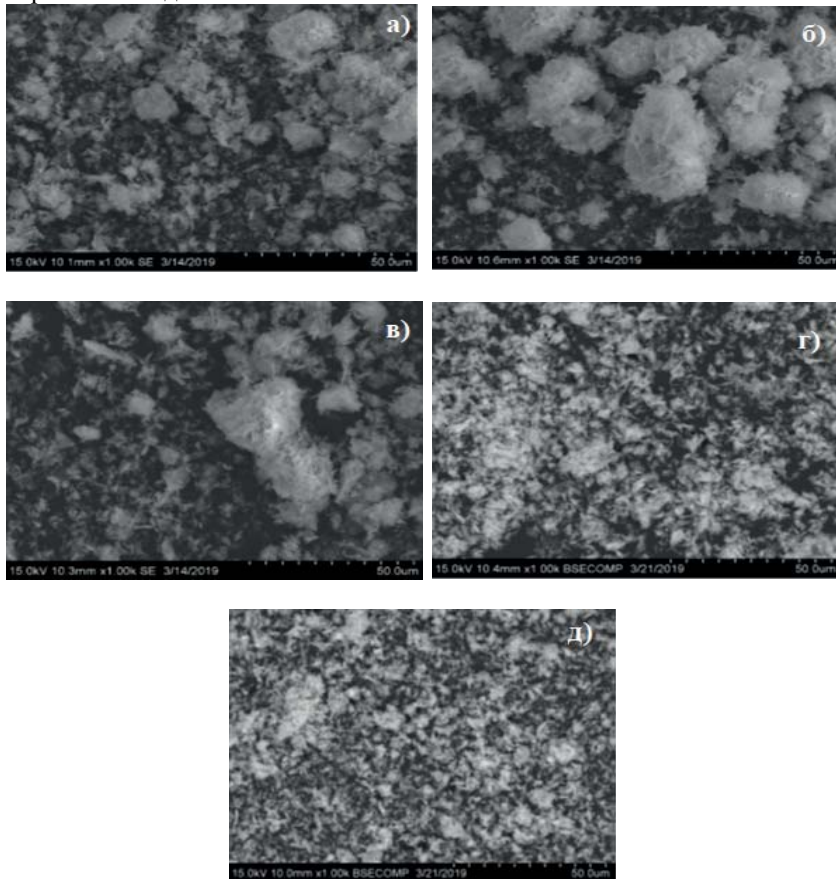


Рисунок 2 – Микрофотографии осадков карбоната неодима при увеличении 1000х с содержанием NH_4HCO_3 в 20 % растворе осадителя $\text{NH}_4\text{HCO}_3 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ а) 0 %, б) 25 %, в) 50 %, г) 75 %, д) 100 %

Из рисунка 2 видно, что с увеличением доли NH_4HCO_3 в растворе осадителя $\text{NH}_4\text{HCO}_3 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ уменьшается склонность осадка к образованию агломератов и увеличивается степень измельчения частиц, что позволяет управлять гранулометрическим составом.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТЫХ МЫШЬЯКА И ГАЛЛИЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Федоров В.А., Менщикова Т.К., Бреховских М.Н., Мыслицкий О.Е.

*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
Российской академии наук, Россия, 119991 Москва, Ленинский пр. 31,
fedorov@igic.ras.ru*

Ключевые слова: основное вещество, примесь, очистка, комплексная схема.

Обобщены результаты исследований по разработке физико-химического и научно-методологического подходов к получению высокочистых веществ с использованием комплексных технологических схем. На этапе исследований решались следующие научно-технические задачи: комплексный анализ исходного сырья, определение агрегатной и химической формы примесей; их идентификация и превращение в процессах глубокой очистки веществ; разработка физико-химических основ, выбор и обоснование комплексных технологических схем получения высокочистых веществ квалификации 6N и 7N. Объектами исследования являются: элементный мышьяк из нетрадиционного сырья – и галлийсодержащие вещества из вторичных отходов цветной металлургии и полупроводниковых материалов $A^{III}B^V$. Изучено поведение примесей в процессах глубокой очистки мышьяка методами ректификации, адсорбции в паровой фазе, экстракции, направленной кристаллизации. Основные результаты глубокой очистки галлия сводятся к гидрохимической обработке, термической обработке в вакууме, к электрохимическому рафинированию, к кристаллизации по Чохральскому и горизонтально направленной кристаллизации.

Результаты исследований по разработке физико-химических основ глубокой очистки этих веществ свидетельствуют о необходимости комбинации методов в рамках единой комплексной схемы.

Развитые научно-технические основы получения мышьяка и галлия высокого качества дают возможность повышать степень их чистоты и совершенствовать технологию производства по экологическим и экономическим показателям.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований Президиума РАН № 39 «Фундаментальные основы и энергоэффективные, ресурсосберегающие, инновационные технологии переработки минерального сырья, утилизации промышленных и бытовых отходов».

ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯ n-ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ C₈-C₁₆ НА Pt-СОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ZSM-5

Мирзалиева С.Э., Мусаева Н.Дж., Ахмедова Н.Ф., Ахмедов Э.И.

Бакинский государственный университет, Азербайджанская Республика, г. Баку, ул. Академика Захид Халилова 23; natevan@bk.ru

Ключевые слова: гидроизомеризация, цеолит ZSM-5, n-парафины C₈-C₁₆.

В настоящее время весьма перспективен поиск новых высокоселективных бифункциональных катализаторов для процесса гидроизомеризации высококипящих n-парафиновых углеводородов C₈-C₁₆ на основе высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5.

В настоящей работе изучены закономерности протекания гидроизомеризации n-парафиновых углеводородов на Pt-содержащем катализаторе на основе цеолита ZSM-5.

Для приготовления катализаторов использовали цеолит ZSM-5 с мольным отношением SiO₂/Al₂O₃=33, который путем ионного обмена и термообработки переводили в H-форму. Катализатор состава 0,5% Pt-HZSM-5 получали пропиткой H-формы цеолита водным раствором тетрааммиаката платины. Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора (5 см³) при атмосферном давлении в присутствии H₂ в интервале температур 350-430^oC и объемной скорости подачи сырья равном 2ч⁻¹. Установлено, что катализатор Pt/HZSM-5 обладает высокой активностью в превращении высококипящих n-парафиновых углеводородов C₈-C₁₆. Уже при 513 К конверсия углеводородов составляет 32,5-57,7 мас.%. При 533 К глубина превращения n-додекана и n-пентодекана достигает 95,6-99,1 мас.%. Максимальный выход изооктанов достигается при 553 К и составляет 45,4 мас.%. Дальнейшее повышение температуры приводит к резкому возрастанию выхода продуктов гидрокрекинга.

Катализатор Pt/HZSM-5 обладает низкой первичной, но высокой вторичной изомеризирующей способностью. На этом катализаторе при первичной изомеризации n-октана содержание изооктанов составляет 41,7 мас.%. Однако, на катализаторе Pt/HZSM-5 протекает вторичная изомеризация продуктов гидрокрекинга, что приводит к возрастанию содержания изо – C₅-C₆ до 25,1 мас.%. Продукты реакции содержат также изомеры C₆ и C₇. На катализаторе Pt/HZSM-5 при изомеризации n-октана в продуктах преобладают монозамещенные изомеры 2-метилгептан и 3-метилгептан.

ВЫВОД МЫШЬЯКА ИЗ ОТВАЛОВ КОБАЛЬТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Молдурущку М.О.¹, Копылов Н.И.²

¹*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО
РАН, 667007, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117 а,
e-mail: ritageotom@mail.ru*

²*Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Россия, г.
Новосибирск, e-mail: kolyubov@narod.ru*

Ключевые слова: отходы, мышьяк, обжиг, выщелачивание, осаждение

Одним из наиболее экологически опасных объектов на территории Республики Тыва является хранилище мышьяксодержащих отходов от гидрометаллургического передела комбината «Тувакобальт» с содержанием мышьяка в пределах 1,9–6,4 мас.%. В связи с этим представляются актуальными вопросы удаления мышьяка из отвалов кобальтового производства. В работе [1] приведены результаты изучения возможности удаления мышьяка из отвалов комбината «Тувакобальт» комбинированным способом с целью использования их в качестве техногенного сырья для дальнейшей их переработки с доизвлечением из них ценных компонентов (Co, Ni, Cu, Ag) и получения стройматериалов, керамики. В продолжение этих исследований была поставлена задача по поиску оптимальных режимов процесса с переводом мышьяка в форму сульфида. Для ее решения нами были выполнены исследования по комбинированному способу удаления мышьяка из отвалов комбината «Тувакобальт» посредством содового спекания, последующего водного выщелачивания огарка и осаждения мышьяка из раствора в виде сульфида.

На начальном этапе в результате обжига шихты с соотношением компонентов шлам/сода/уголь 1:1:0,1 при температуре 800–850°C в течение 3 часов и последующего водного выщелачивания огарка при 70–80°C, Т:Ж 1:5 в течение 1 часа содержание мышьяка снижалось с 3 мас.% в исходном материале до 0,9–1 мас.% в кеке выщелачивания. При этом степень извлечения мышьяка в раствор составила 76 %.

На последующем этапе работы в результате исследований были определены оптимальные технологические параметры извлечения мышьяка из шлама в раствор: температура обжига 740°C для шихты шлам/сода 1:1, и интервал температуры 640–740°C для трехкомпонентной шихты шлам/сода/уголь; продолжительность обжига 1,5 часа; температура водного выщелачивания огарка 80°C, соотношение

твердой и жидкой фаз $T:Ж = 1:6$. Установлено, что степень извлечения мышьяка в раствор зависит от температуры обжига: максимальная степень извлечения мышьяка в раствор (92 %) наблюдается при температуре 740°C, повышение температуры обжига более 800°C приводит к снижению степени извлечения мышьяка в раствор до 62 %, что связано с образованием малорастворимых арсенатов и это подтверждается термодинамическими расчетными величинами возрастания их равновесных количеств [2]. При выявленных оптимальных условиях обжига и выщелачивания содержание мышьяка в кеке выщелачивания (0,3 мас.%) снижается в 7 раз по сравнению с исходным материалом (2,1 мас.%). Очищенный от мышьяка кек можно применять в качестве сырья для извлечения металлов и получения керамических изделий.

Из раствора выщелачивания при температуре 50°C, избытке сульфида натрия (60–70 % от стехиометрически необходимого количества) путем нейтрализации до $pH=3$ получен сульфид мышьяка со степенью осаждения 99,5 %. Изучение состава осадка показало, что в осадке присутствует примесь диоксида кремния.

Для удаления кремния переработка раствора проведена в две стадии: на первой стадии из раствора при 60°C путем нейтрализации до $pH 8-9$ осаждали кремниевую кислоту, которую затем прокаливали с получением диоксида кремния, на второй стадии при $pH=3$ из фильтрата осаждали сульфид мышьяка. При раздельном осаждении объем мышьяксодержащего осадка сокращается в несколько раз. В результате опытов в основном получены практически чистые осадки диоксида кремния без примеси мышьяка. Состав диоксида кремния, мас. %: Si – 44; O – 56. Состав сульфида мышьяка, мас. %: As – 39; S – 61. Сульфид мышьяка может быть использован в качестве биоцида в составе противообрастающих покрытий для морских судов или может храниться в сухой атмосфере в складских помещениях.

Таким образом, проведенное исследование показало возможность удаления мышьяка из отвалов комбината «Тувакобальт» посредством содового спекания, последующего водного выщелачивания и осаждения из раствора сульфида мышьяка. По комбинированной технологической схеме получены продукты: кек выщелачивания, диоксид кремния и сульфид мышьяка.

1. Копылов Н. И., Каминский Ю.Д., Очур-оол А.П. Комбинированный способ извлечения мышьяка из отвалов. Химическая технология, 2011, 12 (8), 498-500.

2. Молдурушку М.О., Чульдум А.Ф., Тас-оол Л.Х. Исследование влияния температуры на равновесные состояния системы при обжиге отходов кобальтового производства. Вестник ИрГТУ, 2018, 22 (9), 173-183.

3,5-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-4-ОКСО-2,5-ЦИКЛОГЕКСАДИЕНИЛДЕНМЕТИЛФОСФОНАТЫ В РЕАКЦИЯХ С ПРОИЗВОДНЫМИ НАФТАЛИНА

Насирова Г.Ф.¹, Нгуен Т.Т.^{1,2}, Гибадуллина Э.М.², Бурилов А.Р.²

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, ул. Карла Маркса, 68;
² Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 420029, Россия, г. Казань, ул. Академика Арбузова, 8;
geliona27@gmail.com

Ключевые слова: пространственно-затрудненный бензилфосфонатный фрагмент, нафтол, нафтиамин.

Пространственно-затрудненные фенолы известны своими антиоксидантными свойствами. В настоящее время на их основе синтезированы соединения с широким спектром биологической активности. С целью создания многофункциональных соединений, обладающих низкой токсичностью, были изучены 3,5-ди-трет-бутил-4-оксо-2,5-циклогексаденилиденметилфосфонаты в реакциях с производными нафталина. Производные нафталина входят в состав соединений, обладающих противовоспалительной активностью, эффектом ингибирования интегразы ВИЧ-1. В результате реакций соединения **1** с 1-, 2-нафтолами и 1-, 2-нафтиламинами были синтезированы новые производные нафталина, содержащие пространственно-затрудненный бензилфосфонатный фрагмент **2-5** с высокими выходами. (Схема 1)

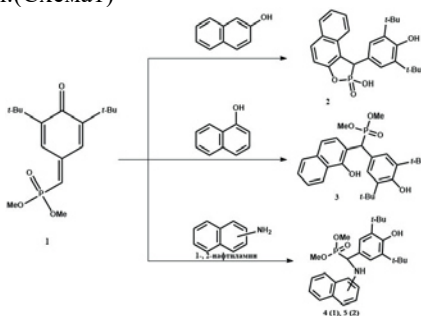


Схема 1.

Структура синтезированных соединений **2-5** доказана методами ЯМР ¹H, ³¹P, ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии (MALDI TOF/TOF); состав подтвержден данными элементного анализа.

КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИЕ 1,3,4-ТИАДИАЗОЛЫ

Осипова М.П., Васильева Т.В.

ФГБОУ ВО «Чувакский государственный университет имени И.Н.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15; Margolev1966@icloud.com

Ключевые слова: реактив Гриньяра, 2,5-дибром-1,3,4-тиадиазол, 2,5-бис(диметилхлорсил)-, 2,5-бис(метилвинилхлорсил)-, 2,5-бис(метилдихлорсил)-, 2,5-бис(фенилдихлорсил)-1,3,4-тиадиазол.

Гетерилхлор- и гетерилалкоксисиланы являются перспективными исходными соединениями для синтеза соответствующих линейных и циклических полисилоксанов, обладающих рядом ценных свойств, позволяющих использовать их в разных областях науки и техники.

Соединения с Si-C связью получают алкилированием галоген- или алкоксисиланов металлоорганическими соединениями. Взаимодействием реактивов Гриньяра на основе 2,5-дибром-1,3,4-тиадиазола с диметилхлор-, метилвинилдихлор-, метилтрихлор- и фенилтрихлорсиланами в среде органического растворителя при комнатной температуре нами синтезированы:

- 2,5-бис(диметилхлорсил)-1,3,4-тиадиазол;
- 2,5-бис(метилвинилхлорсил)-1,3,4-тиадиазол;
- 2,5-бис(метилдихлорсил)-1,3,4-тиадиазол;
- 2,5-бис(фенилдихлорсил)-1,3,4-тиадиазол.

Для синтеза тиадиазолилалкоксисиланов в качестве силирующего агента использован тетраэтоксисилан. Следует отметить, что реакции гетерилмагнийгалогенидов с алкоксисиланами в различных мольных соотношениях приводят к алкоксисилану меньшей степени замещения. Нами выделен 2,5-бис(триэтоксисил)-1,3,4-тиадиазол.

Органилхлорсиланы нами также использованы в качестве дегидратирующих агентов гетероциклизации формилтиосемикарбазида при 40-80°C в 2-амино-1,3,4-тиадиазол, на основе которого синтезирован исходный 2,5-дибром-1,3,4-тиадиазол.

Полиорганосилоксаны, полученные гидролитической поликонденсацией алкокси- и хлортиадиазолилсиланов с диорганилдихлорсиланами, проявляют высокую химическую и термическую устойчивость и относятся к потенциально биологически активным веществам.

ФАКТОР АЦЕНТРИЧНОСТИ В ОПИСАНИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДАХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Павлов П.В., Дудкин И.А., Коверда М.Н., Шиланова Э.В., Бельский Н.А., Урядов В.Г., Офицеров Е.Н.

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Миусская пл., 9. г. Москва, 125047. Россия. E-mail: ofitser@mail.ru

Ключевые слова: фактор ацентричности, гомологические ряды, физико-химические свойства, моменты инерции вращательного движения, топологические индексы, топологическая характеристика момента инерции вращательного движения

В химической технологии все большее распространение получают методы математического моделирования физико-химических свойств веществ, которые постепенно вытесняют физический или химический эксперимент. К настоящему моменту накопилась информация о физикохимических и термодинамических свойствах (ФХС и ТДС соответственно) нескольких десятков тысяч органических молекул, которые позволяют с достаточной эффективностью моделировать различные технологические процессы в нефтепереработке нефтехимии с применением современных программных продуктов, таких как Nysys или Pro II. Основными недостатками этого подхода являются:

- расчет одних ФХС через другие ФХС;
- расчёт только достаточно простых смесей;
- отсутствие обоснованной связи между структурой и ФХС как индивидуальных химических соединений, так и сложных многокомпонентных систем с неизвестным составом.

Проблемы количественной оценки ФХС и ТДС веществ на сегодняшний день решаются следующими основными способами: методом групповых инкрементов, полуэмпирическими методами с использованием в качестве основного критерия молярной массы, путем сопоставления ФХС в рядах гомологов, через оценку топологических индексов (например, индексы Винера), учитывающих 1D строение молекул. Методы оценки ФХС через определение топологических индексов на основе теории графов получили новое развитие в последние годы [1]. Метод групповых инкрементов является основным при проведении технологических расчетов. Основным его недостатком является значительное отклонение расчетных значений от экспериментальных данных.

В последние годы широко используют модифицированное уравнение состояния в приведенной форме: $P_r = f(T_r, V_r, a_1, a_2, \dots)$, где один из основных параметров a_i – фактор ацентричности ω Питцера [2].

Как было отмечено выше, основной недостаток всех без исключения подходов – отсутствие численных характеристик структуры. Ранее нами было предложено использовать в качестве одного из количественных дескрипторов структуры момент инерции вращательного движения. В данном докладе в развитие наших представлений предпринята попытка прямого введения фактора ацентричности молекул не опосредованным путем через физические свойства, а напрямую через параметры структуры.

Таблица 1

Алкан	J_x	J_y	J_z	J_x/J_z
этан	6,47	25,29	25,29	0,2558
пропан	16,92	62,07	69,32	0,2726
н-бутан	21,63	143,30	152,06	0,1512
н-пропан	29,49	268,66	282,07	0,1109
н-гексан	34,71	458,11	473,54	0,0758
н-гептан	41,95	716,60	736,05	0,0580
н-октан	47,31	1061,94	1083,55	0,0445

ω_J для метана будет близко к единице. В таблице 1 приведены данные по моментам инерции, а на рисунке 1 – зависимость фактора ацентричности ω_J от количества атомов углерода в гомологическом ряду алканов.



Как следует из графика, мы видим, что первые три соединения по фактору ацентричности существенно отклоняются от остальных членов. Так же они отклоняются и в других корреляционных зависимостях. Однако, физическая причина этого отклонения была не совсем ясна. Из полученных данных следует, что метан, этан и пропан реализуют вращение по двум осям и имеют, следовательно, разную энтропию, образуя свою ветвь. Полученные результаты были использованы в нескольких корреляционных зависимостях, демонстрируя преимущества предложенного подхода.

[1] Урядов В. Г., Аристова Н. В., Офицеров Е. Н. // ЖФХ.– 2007.– Т.81, №4.– С.746

[2] Pitzer K.S. //JACS. 1955. V.77. N 13. P.3427-3433

ИЗНОСОСТОЙКАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННАЯ ЭВТЕКТИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ

Павлов С.С., Макаров Н.А.

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева; 125047, Россия, г. Москва, пл. Мусская 9;
stepanpahome@gmail.com*

Ключевые слова: измельчение, спекание

В отрасли конструкционных материалов, лидирующее место занимает керамика на основе корунда. Высокая износостойкость и теплопроводность, а также электроизоляционные свойства и диэлектрическая проводимость, является основными преимуществами корундовой керамики по сравнению с другими материалами.

В данной работе в качестве исходного сырья использовали глинозем марки ГН-1 с содержанием корунда до 95%, а также четырехкомпонентную эвтектическую добавку $CaO - ZnO - Al_2O_3 - SiO_2$. Определено оптимальное массовое содержание добавки для мелющих тел Ш-4 и Ш-5. Также исследовано влияние добавки на структурно-чувствительные свойства материала и его микроструктуру.

Основной целью работы являлось снижение температуры спекания образцов до 1450 - 1550 °С при сохранении высокого уровня физико-механических свойств. Снизить температуру спекания позволяла четырехкомпонентная модифицирующая добавка, образуя жидкую фазу в процессе обжига. [1, 2]. Последующее охлаждение способствовало получению плотного мелкокристаллического материала.

Исследования износостойкости и микроструктуры проводили на образцах в виде цилиндров $\varnothing = 24$ мм, $h = 24$ мм и балочек размером 40×6×4 мм. Данные изделия формовали одноосным двусторонним полусухим прессованием при давлении 100 МПа. Далее производили обжиг в воздушной среде. Наилучшие образцы обладали относительной плотностью 98 % и температурной спекания 1500 °С.

Динамику измельчения анализировали на самостоятельно изготовленных мелющих телах Ш-4 и Ш-5, отличающихся компонентным составом добавок, а также иностранным аналогом Alubit путем истирания кварцевого песка и электроплавленного корунда (рис. 1, 2). В результате эксперимента установлено, что максимальная удельная поверхность наблюдается при измельчении мелющими телами Alubit

($\sim 9400 \text{ см}^2/\text{г}$). Для наилучшего из разработанных материалов она составляет ($\sim 8900 \text{ см}^2/\text{г}$).

В случае с электроплавненным корундом, максимальная удельная поверхность наблюдается при измельчении мелющими телами, изготовленными из состава Ш-4 ($\sim 7100 \text{ см}^2/\text{г}$).

Таким образом, был разработан материал с температурой спекания $1550 \text{ }^\circ\text{C}$, средней плотностью $3,57 \text{ г/см}^3$ и закрытой пористостью $\sim 2,0 \%$. Анализ измельчения электроплавненного корунда показал, что разработанный материал Ш-4 не уступает иностранному аналогу Alubit.

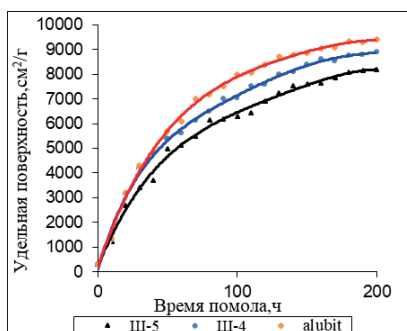


Рис. 1. Динамика измельчения кварцевого песка мелющими телами Ш-4, Ш-5 и Alubit

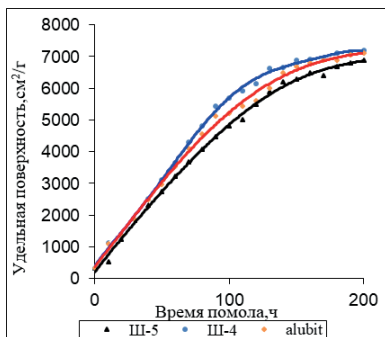


Рис. 2. Динамика измельчения электроплавненного корунда мелющими телами Ш-4, Ш-5 и Alubit

1. Макаров Н.А., Евтеев А.А., Лемешев Д.О., Житнюк С.В. Расчет оптимальных режимов обжига керамики на основе оксидов циркония и алюминия // Стекло и керамика. 2014. №8. С. 15-21.

2. Макаров Н.А., Евтеев А.А., Лемешев Д.О. Особенности спекания керамики в системе оксид алюминия – диоксид циркония с добавками эвтектических составов // Техника и технология силикатов. 2013. №4. С. 2-8.

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ И КАПСУЛИРОВАННЫЙ ПЕРОКСИД КАЛЬЦИЯ – МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТВЕРДЫЙ ИСТОЧНИК АКТИВНОГО КИСЛОРОДА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Приходченко П.В., Медведев А.Г., Михайлов А.А., Трипольская Т.А.

*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
119991, Москва, Ленинский проспект, 31*

Ключевые слова: Пероксид кальция, гранулирование, капсулирование

Пероксид кальция (CaO_2) является эффективным твёрдым препаратом, постепенно высвобождающим пероксид водорода и активные формы кислорода при контакте с водой с сопутствующим образованием нетоксичных продуктов: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или CaCO_3 (в присутствии CO_2). Окислительное действие образующегося H_2O_2 и активного кислорода предопределяет широкие перспективы использования CaO_2 для *in situ* окисления экополлютантов, очистки питьевой воды и жидких отходов, дезинфекции, отбеливания бумаги и волокон, обесцвечивания, дезодорирования и т.п. При применении CaO_2 в очистке окружающей среды достигается не только разрушение или трансформация токсичных веществ в безвредные соединения, но и стимулируется рост аэробной микрофлоры, способствующей биоремедиации. По сравнению с жидким H_2O_2 , обладающим аналогичными эффектами, при надлежащей стабилизации пероксид кальция намного более удобен в хранении и транспортировке, а также эффективнее и более контролируемо выделяет активные формы кислорода. Это позволяет рассматривать препараты CaO_2 в качестве недорогих и удобных в обслуживании реагентов для ремедиации окружающей среды, в частности загрязнённых вод и почв. Пероксид кальция способствует эффективному удалению из окружающей среды нефти и нефтепродуктов, толуола, бензола, мышьяка (III), ионов тяжёлых металлов, а также антибиотиков. При использовании в почвах CaO_2 ускоряет перегнивание биомассы и биологических отходов, а также препятствует подкислению почв за счёт образования $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Важным применением пероксида кальция также является предпосевная обработка семян, повышающая их всхожесть, а в случае выращивания риса – позволяющая полностью исключить использование гербицидов. Кроме того, пероксид кальция применяется в полимерной промышленности и металлургии.

Применение пероксида кальция зачастую ограничено его невысокой стабильностью при контакте с влажным воздухом, содержащим CO_2 : при длительном хранении происходит постепенное разложение пероксида

кальция с образованием CaCO_3 . Поэтому актуальной задачей современной химической технологии является разработка процессов стабилизации препаратов CaO_2 . Однако химическая стабилизация пероксида кальция ранее в РФ не применялась.

В лаборатории пероксидных соединений и материалов на их основе ИОНХ РАН разработан процесс совмещённой грануляции и капсуляции пероксида кальция с использованием гранулирующих свойств пероксосиликата натрия и капсулирующих свойств полифосфата натрия. При этом пероксосиликат натрия формируется *in situ* из силиката натрия, добавляемого в растворы H_2O_2 , подаваемые в реакционную смесь. Аналогичным образом, непосредственно на стадии формирования осадка пероксида кальция вводится и полифосфат натрия, впоследствии образующий тонкую защитную плёнку на поверхности гранул CaO_2 .

В основу синтеза пероксида кальция высокой чистоты положена реакция: $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{тв.}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{р-р}) \rightarrow \text{CaO}_2(\text{тв.}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$

Предложена следующая технологическая схема синтеза:

- 1) Приготовление водной суспензии гидроксида кальция путём смешивания твёрдого $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с водой;
- 2) Регулируемая подача водного раствора H_2O_2 , содержащего гранулирующие и капсулирующие добавки, в реакционную смесь;
- 3) Отделение твёрдого продукта синтеза от реакционной смеси;
- 4) Высушивание и дегидратация продукта с одновременной грануляцией и капсуляцией;
- 5) Упаковка готового продукта.

Предлагаемый процесс позволяет производить стабилизированный микрокристаллический пероксид кальция с увеличенным сроком хранения и контролируемой удельной площадью поверхности. Энергоэффективность предлагаемого технологического процесса предложено существенно повысить за счёт рекуперации тепла, выделяющегося в ходе экзотермической реакции пероксида водорода с гидроксидом кальция, для совмещённого процесса сушки, грануляции и капсуляции пероксида кальция.

Благодаря возможности быстрой оптимизации свойств получаемого продукта, предлагаемый технологический подход позволяет производить различные препараты на основе пероксида кальция для целого ряда разнообразных применений.

1. Патент RU2692333C1. Российская Федерация, МПК C01B15/043. Способ получения капсулированных гранул пероксида кальция: № 2019104752: заявл. 20.02.2019: опубл. 24.06.2019 / П. В. Приходченко, А. Г. Медведев, А. А. Михайлов, Т. А. Трипольская. – 10 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АНИЛИНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА

Пузык К.А., Шишкин Е.В.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400050, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28;
ksupusyk2012@yandex.ru*

Ключевые слова: анилин, выделение анилина, промотор разделения

В промышленности анилин получают газофазным гидрированием нитробензола (НБ) водородом на оксидных катализаторах. Продукты гидрирования могут содержать непрореагировавший НБ, воду, углеводороды, толуидины, карбазол и другие микропримеси веществ.

Согласно требованиям на товарный анилин, используемый в производстве лекарственных препаратов, полимеров и красителей, содержание НБ в целевом продукте должно составлять не более 0,0006 % (мас.). Выделить анилин высшего сорта возможно из продуктов гидрирования, содержащих до 0,05 % (мас.) НБ.

Согласно [1] выделение анилина в присутствии промотора разделения (м-фенилендиамина) позволяет получать анилин высшего сорта из продуктов гидрирования, содержащих до 0,5 % (мас.) НБ.

Для достижения указанной цели выделение анилина проводят в тарельчатой ректификационной колонне в присутствии промотора разделения, который понижает летучесть НБ по сравнению с анилином на 20 – 30 %, при массовом соотношении в питании колонны промотор : НБ (0,2 – 20):1. Нами предложено подавать м-фенилендиамин из емкости с помощью шнекового дозатора в смеситель с мешалкой, куда также подают поток обезвоженного анилина с температурой 110 – 140 °С.

Нами изучена технология получения и выделения товарного анилина в присутствии м-фенилендиамина и показано, что усовершенствование позволит выделять целевой продукт с содержанием основного вещества до 99,96 %. Возможность выделения анилина высшего сорта из продуктов гидрирования с повышенным содержанием НБ позволит проводить гидрирование в более мягких условиях и, тем самым, продлить срок службы катализатора гидрирования.

1 Способ выделения анилина из продукта гидрирования нитробензола: пат. 2141473 Российская Федерация: МПК С07С 209/82, С07С 211/46 / М. И. Якушкин, И. И. Сабылин, М. К. Старовойтов [и др.]; заявитель и патентообладатель Якушкин М. И., Сабылин И. И., Старовойтов М. К., Батрин Ю. Д. - № 98123077/04; заявл. 24.12.1998; опубл. 20.11.1999.

СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО TiO_2

Рабданова А.Э., Гаджимагомедов С.Х.,
Оруджев Ф.Ф., Сайпулаев П.М.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет имени»,
367000, Россия, г. Махачкала, Россия;
Rabadanova.aida@mail.ru

Ключевые слова: диоксид титана, анодирование, комбинационное рассеяние.

В работе получены пленки нанотрубчатого диоксида титана методом анодного окисления при напряжении $U \sim 30\text{В}$ [1]. Приготовленные аморфные слои для формирования кристаллической структуры термообрабатывались при температурах 400°C , 450°C и 500°C . На рисунке 1 приведены результаты исследования спектров комбинационного рассеяния (КР) на установке NtegraSpectra с использованием лазера ($\lambda = 532\text{ нм}$) в диапазоне $100 - 800\text{ см}^{-1}$ для образцов TiO_2 , термообработанных при различных температурах.

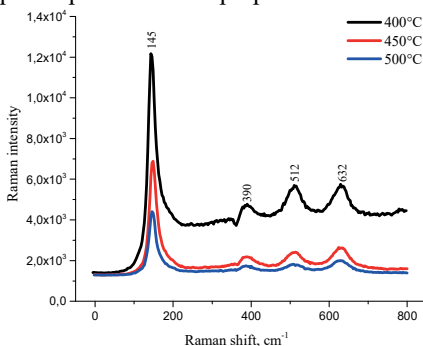


Рисунок 1. Температурная зависимость спектра КР TiO_2

На спектрах КР анатаза наблюдаем два пика при 145 и 632 см^{-1} , являющимися вырожденными модами оптического фонона, а также при 390 и 512 см^{-1} – невырожденными. Наиболее выраженным является пик при 145 см^{-1} . С увеличением температуры прокаливания интенсивность линии оптических фононов при моде E_{g1} (145 см^{-1}) уменьшается примерно 3 раза ниже.

Работа поддержана «УМНИК» 14057ГУ/2019.

1. Оруджев Ф.Ф., Рамазанов Ш.М., Гаджимагомедов С.Х. и др. // Сб. XV Курчатовской междисциплинарной молодежной научной конференции, 14-17 ноября, Москва, 2017, С. 117.

ТЕХНОЛОГИЯ СЖИЖЕНИЯ ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ХЛАДАГЕНТА ГЕЛИЙСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ

Разоронова Е.П.

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, 119991, г. Москва,
проспект Ленинский, дом 65, корпус 1
liz.razorenova@yandex.ru*

Ключевые слова: сжиженный природный газ, гелий, хладагент.

Технология сжижения включает в себя блок подготовки сырьевого газа, в котором происходит осушка, удаление кислых компонентов и ртути, и криогенный блок, где газ охлаждается, сжижается и переохлаждается. Криогенный блок является «сердцем» завода по сжижению, и все технологии отличаются именно его конструкцией. Для принятия решения о выборе оборудования и состава сложных охлаждающих смесей необходимо исследование и сравнение технологических процессов получения СПГ.

Основные технологии получения сжиженного природного газа, которые нашли применение в промышленности [1]:

- классический каскадный процесс - процесс сжижения природного газа на трех чистых хладагентах: пропан, этилен и метан;

- модернизированный каскадный процесс (Conoco Philips) - отличие от классического каскада в том, что метановый цикл не замкнут;

- технологический процесс на однопоточном цикле со смешанным хладагентом TEALARC (Technip, Gazde Franceu L 'Air Liquide) - цикл на основе смешанного хладагента (CX) в однопоточном цикле охлаждения;

- технологический процесс на однопоточном холодильном цикле PRICO (Black & Veatch). Отличие от предыдущей технологии состоит в том, что в смеси хладагентов используется изопентан;

- SMR (Air Products and Chemicals Inc., Linde) - процесс с дроссельным циклом на CX с одним значением давления расширения и тремя температурными уровнями расширяемого хладагента;

- C3MR (Air Products and Chemicals Inc.) - процесс с трехуровневым предварительным охлаждением пропаном и основным дроссельным циклом на CX с одним значением давления расширения и двумя температурными уровнями расширяемого хладагента;

- C3MR Split MR (Air Products and Chemicals Inc.) - основное отличие процесса от процесса APCI C3MR – оптимизированная конфигурация компрессоров и приводных газовых турбин;

- C3MR AP-X (Air Products and Chemicals Inc.) - процесс с предварительным трехуровневым пропановым циклом, основным

детандерно-дроссельным циклом на СХ и криогенным детандерно-дроссельным циклом на чистом холодильном агенте (азот).

- MFC (Statoil и Linde) - основана на применении трех отдельных контуров охлаждения со смешанными хладагентами;

- DMR (Shell) - процесс с предварительным трехуровневым циклом на первом СХ и основным дроссельным циклом на втором СХ с одним значением давления расширения и двумя температурными уровнями расширяемого хладагента;

- PMR (Shell) - процесс с одним циклом предварительного охлаждения и двумя параллельными циклами сжижения;

- DMR - Liquefin (AXENS) - отличие данного процесса от процесса DMR в том, что в цикле предварительного охлаждения смешанный хладагент испаряется на трех разных уровнях давления, а не на двух, как у процесса DMR

Среди основных тенденций эволюции технологий сжижения можно выделить следующие: увеличение производительности, применение смешанных хладагентов, уменьшение количества контуров охлаждения с целью снижения количества оборудования, применение турбин большой мощности с установкой компрессоров и электрогенераторов на одном валу, применение многопоточных пластинчато-ребристых теплообменников.

Гелий является довольно распространенной средой в различных криогенных системах благодаря своим уникальным физическим свойствам. При анализе зарубежных источников было обнаружено, что существует способ охлаждения, где к основной криогенной смеси хладагентов добавляется приблизительно от 3% до 25% гелия, водорода и/или неона, благодаря чему достигается относительно быстрое охлаждение, и температура испарителя поддерживается на уровне от 70 К до 120 К [2]. В использовании таких низкомолекулярных газов как гелий есть и недостатки – высокие требования к герметичности оборудования. Утечки рабочего газа в компрессорной станции на стыке между вращающимися частями и неподвижными частями неизбежны.

Таким образом, основываясь на свойствах гелия и уже проведенных зарубежных исследованиях, можно говорить о возможности создания цикла сжижения природного газа на смешанном хладагенте, в состав которого будет входить гелий.

1. Мещерин И.В., Настин А.С. Анализ технологий получения сжиженного природного газа в условиях арктического климата // Труды РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина. 2016. № 3 (284) - с.144–157

2. N.S. Walimbe, K.G. Narayankhedkar, M.D. Atrey Experimental investigation on mixed refrigerant Joule–Thomson cryocooler with flammable and non-flammable refrigerant mixtures // Cryogenics №50, 2010 г. – с.653–659

РАЗДЕЛЕНИЕ ИЗОТОПОВ КИСЛОРОДА МЕТОДОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ИЗОТОПНОГО ОБМЕНА МЕЖДУ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ И ВОДОЙ

Растунова И.Л., Розенкевич М.Б., Чеботов А.Ю., Вораксо И.А.

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева», 125047, г. Москва, Миусская пл., 9;
rastunov@muctr.ru*

Ключевые слова: кислород-18, изотопный обмен, мембранное контактное устройство, мембрана Nafion

Тяжелый изотоп кислорода (кислород-18) находит широкое применение в качестве метки для биологических и химических исследований, а также в качестве стартового материала для получения фтора-18, использующегося для диагностики злокачественных опухолей методом позитронно-эмиссионной томографии [1]. В связи с этим в последнее время наблюдается повышенный спрос на тяжелоокислородную воду ($H_2^{18}O$), основным способом получения которой является вакуумная ректификация. Низкие значения коэффициентов разделения в системе $H_2^{16}O$ – $H_2^{18}O$ при ректификации воды (например, при $T=348$ К $\alpha=1,0053$) обуславливают большой объем разделительной аппаратуры. Хорошей альтернативой может служить метод каталитического изотопного обмена между углекислым газом и водой, характеризующийся значительно более высокими значениями однократного разделительного эффекта (при $T=348$ К $\alpha=1,033$), однако вследствие отсутствия гидрофобного гетерогенного катализатора реализация процесса в традиционных противоточных разделительных установках с контактными устройствами насыпного типа не представляется возможным [1].

Впервые процесс изотопного обмена между CO_2 и водой на гетерогенном гидрофильном катализаторе был осуществлен в РХТУ им. Д.И. Менделеева в контактных устройствах мембранного типа (КУМТ) с мембраной типа Nafion. Особенностью такого контактного устройства является пространственное отделение потока жидкой воды от катализатора, через слой которого проходит углекислый газ, насыщенный парами воды. При этом обмен между CO_2 и парами воды происходит на катализаторе, а перенос изотопа из паровой фазы в жидкую воду происходит с участием мембраны [2, 3].

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния условий эксперимента на эффективность процесса, полученные

в КУМТ с мембраной МФ-4СК (российский аналог Nafion) площадью 42,3 см² и толщиной 250 мкм. В экспериментах использовали промышленный оксидный катализатор НТК-10-2ФМ (CuO – 48,8% ZnO – 22,9%, Al₂O₃ – 20,7%, CaO – 6,3%; активная поверхность – 60 м²/г, размер гранул 2 - 3 мм), объем которого в КУМТ составлял 6 см³. Исследования проводились с углекислым газом природного изотопного состава и водой с концентрацией ¹⁸O на уровне 3,5 ат.%. По результатам изотопного анализа масс-спектрометрическим методом рассчитывали коэффициент массопередачи (K_{ox} , м³/(м²×с)) как произведение потока парогазовой смеси на число единиц переноса, отнесенное к площади поверхности мембраны. На рисунке представлена зависимость K_{ox} от мольного отношения потоков H₂O и CO₂ (λ) в диапазоне температур 65–85 °С.

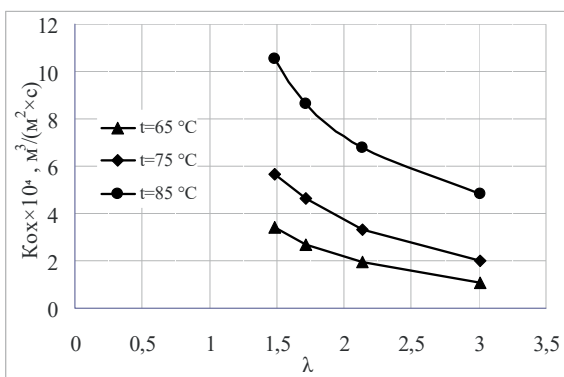


Рисунок. Влияние мольного отношение потоков на коэффициент массопередачи

Из представленных данных видно, что увеличение потока углекислого газа и температуры приводит к увеличению эффективности масспереноса в КУМТ. При этом наибольшее влияние наблюдается при увеличении температуры от 75 °С до 85 °С, что, вероятно связано с большей активностью катализатора в области высоких температур.

1. Андреев Б.М., Магомедбеков Э.П., Райтман А.А., Розенкевич М.Б., Сахаровский Ю.А., Хорошилов А.В. Разделение изотопов биогенных элементов в двухфазных системах. М.: ИздАТ, 2003. 376 с.

2. Розенкевич М.Б., Растунова И.Л. Контактное устройство для изотопного обмена водорода или углекислого газа с водой. Пат. 2375107 Рос. Федерация. Рег. номер заявки: № 2008117569/12; заявл. 06.05.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 3. 7 с.

3. Растунова И.Л., Розенкевич М.Б., Чеботов А.Ю. Разделение изотопов кислорода методом химического изотопного обмена углекислого газа с водой в мембранных контактных устройствах // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 1. С. 100 – 101.

РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕАРАТА ЦИНКА

Резник Л.Ю., Винокуров Ю.В., Ефимов Ю.Т.

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101

Ключевые слова: Стеарат цинка, стеариновая кислота, окись цинка

Стеарат цинка используется в резинотехнической промышленности как активатор ускорителей вулканизации, диспергатор наполнителей резиновых смесей, мягчитель (пластификатор). Стеарат цинка является термостабилизатором поливинилхлорида при термической переработке полимерной композиций для изготовления изделий из жесткого ПВХ (рольставни, кабельная продукция, сайдинг, вагонка, фитинги и т.д.).

Разработана технология получения стеарата цинка, которая включает нейтрализацию стеариновой кислоты раствором щелочи с последующей обменной реакцией с хлористым цинком. Данная технология многостадийная. Целевой продукт фильтруют, проводят отмывку от примесей солей, сушат, размальзуют до тонкодисперсного порошкообразного состояния. Технологическая схема стеарата цинка включает 14 единиц основного оборудования и дополнительно узел грануляции и размола.

С целью упрощения технологии производства (сокращение технологических стадий) и снижения затрат на создание схемы производства, отработана технология получения стеарата цинка путем нейтрализации стеариновой кислоты окисью цинка, диспергированной в расплавленном стеарате цинка. Найдены условия проведения процесса. Процесс проводят при температуре 115-125 °С и интенсивном перемешивании. Полученный расплавленный целевой продукт не требует промывки, сушки. Плав застывает при температуре ниже 100 °С. Выпускная форма получаемого продукта может быть, как в виде гранул, так и в виде тонкодисперсного порошка, получаемого при размоле плава. Упрощенная схема получения стеарата цинка включает 4 единицы основного оборудования и дополнительно узел грануляции и размола. Проводится технико-экономическая оценка технологии.

Образцы стеарата цинка по разработанной технологии прошли успешные испытания на ООО «НТЦ Кама» (г. Нижнекамск) и АО «ЧПО им. В.И. Чапаева» (г. Чебоксары). Все сырье для получения стеарата кальция отечественного производства. Стеариновую кислоту производит ПАО «Нэфис Косметикс» (г. Казань). Цинковые белила (ZnO) производит ООО завод «Лакокраска-Юганец» (Нижегородская область).

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА РЕАКТОРНОГО УЗЛА НА СКОРОСТЬ КСАНТОГЕНИРОВАНИЯ БУТАНОЛА

**Родин С.С., Иванченко А.Ю., Голованчиков А.Б., Ильина Л.А.,
Зотов Ю.Л., Шишкин Е.В.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Волгоградский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»), Россия, 400005, г. Волгоград,
проспект им. В.И. Ленина, д. 28;
rodin.s2012@yandex.ru*

Ключевые слова: ксантогенаты, пленочный реактор, флотореагент

В работе рассмотрено влияние режима течения реакционной массы на стадии синтеза процесса ксантогенирования бутилового спирта в растворе щелочи. Продукт синтеза, бутиловый ксантогенат калия – флотореагент, используемый при обогащении руд благородных и редкоземельных металлов.

Анализ кинетических особенностей [1] показал, что реакция ксантогенирования протекает быстро, в то время как на промышленных аналогах время нахождения реагентов на стадии синтеза занимает значительно большее, чем требуется, время. Приблизиться к реальной кинетике ксантогенирования возможно, используя в качестве реактора синтеза пленочные аппараты [2]. Мы предлагаем запатентованные конструкции [3] [4], позволяющие использовать поверхность теплообмена, в качестве носителя пленки, тем самым не только эффективно снимать интенсивное тепловыделение, но и удалять выделяющуюся в ходе синтеза твердую фазу.

1. Вальдман А.И., Панфилов Б.И., Вальдман Д.И., Навроцкий В.А. Ксантогенирование спиртов. Сообщение I. Исследование кинетики реакции ксантогенирования алифатических спиртов С[1]-С[7] нормального строения в водном растворе гидроксида калия : Волгогр. политехн. ин-т (Волгоград): 29 с., ил. Б.м., 1984

2. Авт. св. СССР №1214662, С07С 154/02 Способ получения алкилксантогенатов щелочных металлов Анохин Г. А., Борисов С. Ф., Горбунов Б. Н., Лисаченко Л. А., Малый В. А., Рыжов В. Д., опубли. 28.05.86 г.].

3. П. м. 195490 Российская Федерация, МПК В01J19/18, В01J14 Роторный плёночный реактор / С.С. Родин, А.Б. Голованчиков, Ю.Л. Зотов, А.Ю. Иванченко, Е.В. Шишкин; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. - 2020.

4. П. м. 195489 Российская Федерация, МПК В01J19/18, В01J14/00 Роторный плёночный реактор / С.С. Родин, А.Б. Голованчиков, Ю.Л. Зотов, А.Ю. Иванченко, Е.В. Шишкин; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. - 2020.

УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРПАРАФИНА МАРКИ ХП-1100

Рыбакова М.А., Зотов Ю.Л.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Волгоградский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»), Россия, 400005, г. Волгоград,
проспект им. В.И. Ленина, д. 28.
mrbkva@mail.ru*

Ключевые слова: твердый хлорпарафин, инициатор

Твердые хлорпарафины применяют для повышения огнестойкости пластических масс и каучуков [1]. Их добавляют к полистиролу, полиэтилену, различным синтетическим каучукам, пропионату и ацетобутирату целлюлозы, полиметилметакрилату и др.

Хлорпарафины также широко используют при изготовлении химически стойких, водостойких и огнезащитных красок на основе перхлорвинилового смолы, и других полимеров.

Твердый хлорпарафин получают методом хлорирования расплава смеси твердого и жидкого парафинов хлором испаренным, в большом избытке хлора [2]. Однако время хлорирования парафина велико, что снижает производительность процесса.

С целью снижения времени проведения процесса предлагается [3] применять инициатор ди-третбутилпероксид в количестве 0,05 – 0,5 мас. % в расчете на исходный парафин.

На основе анализа литературных данных [2,3] и проведенных расчетов проектного решения по использованию инициатора, выявлена необходимость добавить в технологическую схему мерник инициатора объемом 3,2 м³ на установленную мощность.

Расчеты показали, что использование инициатора позволит сократить время хлорирования почти в 2 раза. Это позволит увеличить производительность в 1,5 раза.

1. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н. Н. Лебедев. - Москва: Химия, 1971. – 840 с.

2. Гордон, Е.П. Высокохлорированные парафины для эластомеров: Получение, разработка композиций: дис... кандидат технических наук: 02.00.06: защищена 2003/ Е.П. Гордон. – Волгоград, 2006. – 144с.

3. П. м. 2111947 Российская Федерация, МПК С07С17/10 С07С19/01 Способ получения твердого хлорпарафина / Гордон Е.П., Климов С.А., Митрохин А.М., Нестерюк В.А., Николенко В.С.; Товарищество с ограниченной ответственностью "Аэлита".

НАНОРАЗМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ОКСИДОВ СЕРЫ

Рыбина И.Н., Павленко И.Р., Литвиненко В.В.

ФГБОУ ВО “Ростовский государственный медицинский университет”
Минздрава России, 344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, переулок
Нахичеванский, 29; ФГОУ ВПО “Южный федеральный университет”,
344006, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42.
irina_rybina08@mail.ru

Ключевые слова: шаблон, основной карбонат магния, оксид магния, оксиды серы

В данной работе описывается исследование поглотительной способности оксидов серы наноразмерными основными карбонатами магния, полученными различными способами.

Оксид магния используется для поглощения оксидов серы [1]. Оксид, полученный в момент термического разложения шаблона карбоната магния, обладает повышенной реакционной способностью и, следовательно, повышенной поглотительной способностью по отношению к оксидам серы.

Карбонаты магния как шаблоны для получения активного оксида магния были синтезированы двумя различными способами [2, 3].

Продукты синтеза исследовались на дериватографе NETZSCH STA 449 C Jupiter, их микроструктура изучалась на сканирующем электронном микроскопе Nanofinder S, а способность к поглощению оксидов серы - гравиметрическим методом.

По данным ДТА и комплексонометрического титрования продуктов синтеза первый способ привел к образованию основного карбоната состава $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, второй - $2\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Исследования микроструктуры основных карбонатов магния показали, что их частицы имеют сферическую форму с размерами от 5 до 20 нм для обоих образцов.

Исследования поглотительных свойств полученных основных карбонатов магния на модельных объектах показали, что оксиды серы поглощаются практически полностью.

1. Карякин, Ю.В. Чистые химические вещества / Ю.В. Карякин, И. И. Ангелов. - М.: Химия, - 1974. - 408 с.

2. Пуха И.К., Нагинская Р.Э., Шойхет Б.А. и др. Ав. св. СССР № 77338623. ГОСТ 8606-93. Топливо твердое минеральное. Определение общей серы. Метод Эшка. М.: Стандартинформ, 2006.

3. Козачук А.С., Щегров Л.Н., Скроботун В.Н. Ав. св. СССР № 169092.

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗВОДНОГО $AlCl_3$ ИЗ ЕГО КРИСТАЛЛОГИДРАТА

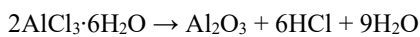
Салюлев А.Б., Вовкотруб Э.Г.

*Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, 620137,
Россия, г. Екатеринбург, ул. Академическая, 20;
salyulev@ihte.uran.ru*

Ключевые слова: хлорид алюминия, обезвоживание, хлорирование

Безводный хлорид алюминия находит широкое применение в различных областях современной промышленности и может быть использован для получения алюминия электролизом хлоридных расплавов.

Одним из источников безводного $AlCl_3$ мог бы быть его кристаллогидрат, образующийся при переработке алюминий содержащего сырья. Однако, в отличие от многих других гидратированных солей, обезвоживание $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, строение которого $[Al(OH_2)_6]Cl_3$, сопровождается термическим разложением:



даже в атмосфере HCl . Нами с использованием современного метода вещественного анализа – микроспектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС) установлено, что при высоких давлениях хлороводорода (до 45 атм) как безводный $AlCl_3$ из $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, так и $KAlCl_4$ из смесей $AlCl_3 \cdot 6H_2O + KCl$ при нагревании также не образуются.

Более успешным оказался другой препаративный способ.

Порошки кристаллогидрата $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ вакуумировали при постепенном, в течение 2–2,5 ч, повышении температуры от комнатной до 300–400°C. Образовавшаяся при этом рентгеноаморфная, с высокой удельной поверхностью, модификация оксида алюминия обладает повышенной (по сравнению с более высокотемпературными формами Al_2O_3) реакционной способностью к хлору. За 1–2 ч при взаимодействии с хлором в присутствии восстановителя (например, CCl_4) при 400–600°C 85–100% активного оксида алюминия переходит в хлорид. Последний возгоняется и конденсируется в более холодной зоне. Спектры конденсата (линии при 308, 257, 197, 171 и 118 cm^{-1}) соответствуют стандартным спектрам КРС кристаллического $AlCl_3$ при отсутствии посторонних полос возможных примесей, воды и продуктов гидролиза.

Следовательно, указанным способом можно получать чистый безводный $AlCl_3$ из его кристаллогидрата.

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПИЯ(III) И ТЕРБИЯ(III) НА ОСНОВЕ N-ДОДЕЦИЛИМИНОДИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ, 1,10-ФЕНАНТРОЛИНА И ПЕНТАНДИОНА-2,4

Сарнит Е.А., Сайдахмедова Н.Н., Мельникова Е.Д.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО
«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»,
295007, Россия, Крым, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4
easarnit@mail.ru*

Ключевые слова: гетеролигандные комплексы, комплексы европия(III), комплексы тербия(III), N-додецилиминодиуксусная кислота, квантовый выход люминесценции

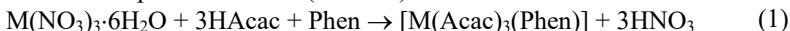
В данной работе описывается метод получения и свойства гетеролигандных комплексов европия(III) и тербия(III), квантовый выход люминесценции которых составляет 9,66 и 20,84% соответственно. Синтезированные соединения исследованы методами элементного анализа и термогравиметрии; способ координации определен по данным инфракрасной спектроскопии.

Координационные соединения лантанидов способны к фото- и электролюминесценции, обусловленной f-f-переходами между электронными уровнями центрального атома [1]. Для синтеза гетеролигандных комплексов использованы: N-додецилиминодиуксусная кислота, пентандион-2,4 и 1,10-фенантролин, выполняющий роль «фотоантенны» для передачи энергии излучения на орбитали центрального атома. N-додецилиминодиуксусная кислота является перспективным объектом для получения пленок Лэнгмюра-Блоджетт, так как молекула кислоты имеет в составе додецильный углеводородный радикал [2-4].

Элементный CHN-анализ комплексов выполнен на элементном CHN-анализаторе “Euro EA Elemental Analyser”; инфракрасные спектры поглощения зарегистрированы на ИК-Фурье спектрометре “ООО Инфраспек” и ИК-Фурье спектрометре “Perkin Elmer” (Таврическая академия КФУ). Термогравиметрические исследования проведены на Q-дериватографе (Центр коллективного пользования «Биопозитивное строительство и ресурсосбережение», Академия строительства и архитектуры КФУ).

Синтез координационных соединений осуществлен в две стадии: первая – получение гетеролигандных комплексов f-элементов на основе 1,10-фенантролина и ацетилацетона (схема 1); вторая – синтез с

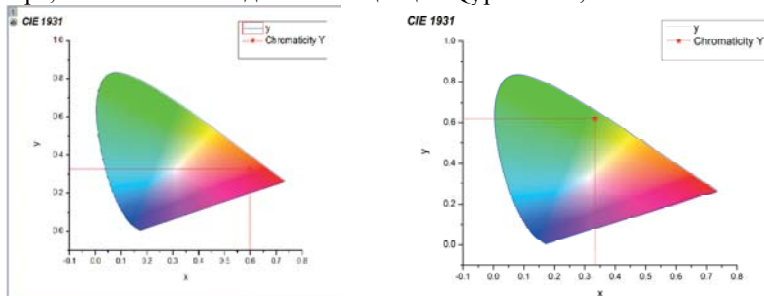
использованием N-додецилиминодиуксусной кислоты в хлороформе в соотношении реагентов 1 : 1 (схема 2).



Полученные на основе координационные соединения тербия(III) и европия (III) представляют собой мелкокристаллические вещества бежевого цвета, нерастворимые в воде и малорастворимые в этаноле и хлороформе, данные элементного анализа: [Eu(L)(Acac)(Phen)] (комплекс 1): 55,25/55,78 (С, найдено/вычислено); 3,49/3,38 (Н); 5,16/5,92 (N); [Tb(L)(Acac)(Phen)] (комплекс 2): 55,18/55,26 (С); Н-3,35/3,24 (Н); 5,17/ 5,12 (N).

Спектры возбуждения и люминесценции зарегистрированы с использованием спектрофлуориметра «Fluoromax-4» (HORIBA Scientific) с Хе-лампой (кафедра общей и физической химии ТА КФУ). На рис. 1-а приведена цветовая диаграмма, отражающая положение максимума люминесценции твёрдого образца комплекса [Eu(L)(Acac)(Phen)], точка максимума (x = 0,60; y = 0,34) соответствует красно-оранжевой области спектра; квантовый выход люминесценции Q_y равен 9,66%.

На рис. 1-б соответственно приведена цветовая диаграмма, отражающая положение максимума люминесценции твёрдого образца комплекса [Tb(L)(Acac)(Phen)], точка максимума имеет следующие координаты: (x = 0,33; y = 0,62), что соответствует зеленой области спектра; квантовый выход люминесценции Q_y равен 20,84%.



а) [Eu(L)(Acac)(Phen)] (комплекс 1) б) [Tb(L)(Acac)(Phen)] (комплекс 2)

Рис. 1. Цветовые диаграммы люминесценции твердых образцов комплексов.

1. Каткова, М.А. Успехи химии. – 2005. – Т. 74, № 12. – С. 1194-1214.
2. Казгикин, О.Н. Неорганические люминофоры / О.Н. Казгикин, Л.Я. Марковский, И.А. Миронов. – Л.: Химия, 1975. – 192 с.
3. Чечель, О.В. Успехи химии. – 1990. – С. 56-58.
4. Тоуда, П. А. Применение сверхтонких слоев органических материалов в перспективных устройствах твердотельной электроники / П. А. Тоуда, В.Н. Шестакова – СПб.: Сер. Образцовые и высокоточные измерения, 1989. – С. 14-18.

ТЕХНОЛОГИЯ БЕСХРОМАТНОЙ ПАССИВАЦИИ МАГНИЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Симонова М.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.

*ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, 9;
abr-aleksey@yandex.ru*

Ключевые слова: защита от коррозии, подготовка поверхности, конверсионные покрытия, церийсодержащие покрытия, бесхроматная пассивация, пассивация магния и его сплавов

Одним из основных недостатков магниевых сплавов является их низкая коррозионная стойкость из-за высокой электроотрицательности. Эффективным способом улучшения коррозионной стойкости магниевых материалов является формирование на их поверхности конверсионного адгезионного покрытия с последующим нанесением лакокрасочных покрытий (ЛКП).

В качестве адгезионных слоев под ЛКП перед окрашиванием магния и его сплавов широко используются хроматные покрытия.

Основным недостатком растворов хроматирования является их высокая токсичность, обусловленная использованием соединений шестивалентного хрома. В последние годы в зарубежной литературе появились публикации о возможности использования в качестве альтернативы хроматным слоям на магнии и его сплавах наноразмерных конверсионных церийсодержащих адгезионных покрытий, полученных в растворах на основе нитрата церия [2-6].

Целью настоящей работы является исследование процессов нанесения адгезионных конверсионных церийсодержащих покрытий на поверхность магниевого сплава МА2-1, широко применяющегося в различных областях промышленности.

Был разработан раствор, содержащий нитрат церия $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$, перекись водорода H_2O_2 и ПЭГ 1500.

В ходе данной работы проводились экспериментальные исследования по получению новых покрытий на магниевой поверхности, изучению их физико-химических свойств и возможности замены их в качестве альтернативы хроматным покрытиям.

Проведенные эксперименты позволили определить область концентраций компонентов растворов, в которых удастся получить покрытия хорошего качества с высокой защитной способностью, а также рабочие параметры процессов.

Эллипсометрическим методом была определена толщина

получаемых покрытий. Выявлено, что толщина церийсодержащих покрытий составляет ~ 100 нм.

Для оценки пассивирующего действия соединений на магниевую поверхность была определена электрохимическая скорость коррозии хроматированных и обработанных в исследуемом растворе магниевых образцов. Получены коррозионные диаграммы указанных образцов в растворе 5% NaCl. Сопоставление найденных из диаграмм коррозии значений скорости коррозии показывает, что коррозионная стойкость магния пассивированного в церийсодержащем растворе, выше, чем у хроматированного магния. Скорости коррозии равны 4,51 и 4,71 мА/см² соответственно.

Были проведены коррозионные испытания окрашенных полиэфирной порошковой краской магниевых образцов с адгезионным церийсодержащим покрытием в сравнении с хроматным покрытием по международному стандарту ASTM B117.

Испытания показали, что разработанные конверсионные покрытия по защитной способности удовлетворяют требованиям, предъявляемым к адгезионным слоям под ЛКП, поскольку ширина проникновения коррозии от места надреза в этих случаях не превышает 2 мм после 200 часов испытаний в 5% NaCl. Кроме того, результаты свидетельствуют, что несмотря на меньшую толщину, они по защитным характеристикам не уступают хроматным покрытиям.

Определена адгезия лакокрасочных покрытий с адгезионным церийсодержащим подслоем на магниевых сплавах до и после коррозионных испытаний. Установлено, что ЛКП с данным адгезионным подслоем обладают более высокой прочностью сцепления с основой по сравнению с ЛКП с хроматным адгезионным подслоем. Адгезия ЛКП с церийсодержащим подслоем после коррозионных испытаний снижается лишь на 10%, с хроматным – на 18%.

Таким образом, разработана технология нанесения бесхроматных покрытий, которые по свойствам сопоставимы с хроматными покрытиями и могут являться альтернативой последним.

1. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Симонова М.А. и др. Цветные металлы, 2019, 10 (922), 66-71.

2. Castano C.E., O'Keefe M.J., Fahrenholtz W.G. Surface & Coatings Technology, 2014, 246, 77-84.

3. Saei E., Ramezanzadeh B., Amini R. et al. Corrosion Science, 2017, 127, 186-200.

4. Li Lei, Jing Shi, Xin Wang et al. Applied Surface Science, 2016, 376, 161-171.

5. Dabala Manuele, Brunelli Katya, Napolitani Enrico et al. Surface and Coatings Technology, 2003, 172, 227-232.

6. Pommiers Sébastien, Frayret Jérôme, Castetbon Alain et al. Corrosion Science, 2014, 84, 135-146.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ НАНЕСЕНИЕ БЛЕСТЯЩИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛЕСКООБРАЗОВАТЕЛЕЙ НОВОГО ТИПА

Сосновская Н.Г.¹, Истомина Н.В.¹, Богданова И.Н.²,
Розенцвейг И.Б.², Корчевин Н.А.^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
665835, Россия, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60;
sosnina148@mail.ru

²ФГБУН Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1.

Ключевые слова: блестящее никелирование, органические добавки,
блескообразователи, трихлорэтиламиды

Блестящее никелирование является одним из важнейших процессов современной гальванотехники. Однако использование электролитов традиционного состава, обеспечивающих высокий выход по току, хорошую рассеивающую способность, образование осадков, плотно сцепляющихся с покрываемым металлом, обладающих низкой пористостью и качественными механическими характеристиками, как правило, не позволяет получить необходимый блеск покрытия. Для этого в электролит вводят дополнительно добавки, чаще всего органической природы.

В настоящее время разработано большое количество добавок различной химической природы, некоторые из которых входят в состав стандартных электролитов блестящего никелирования [1, 2]. Тем не менее, использование известных добавок не обеспечивает полный набор качественных показателей процесса и получаемых покрытий. Часто в процессе используется одновременно несколько добавок, что во многих случаях позволяет существенно улучшить качество покрытий [3]. Применяемые добавки в зависимости от структуры принято классифицировать на две группы: блескообразователи I класса (соединения, содержащие сульфогруппы) и блескообразователи II класса (содержащие кратные связи) [4]. Кроме того, добавки принято классифицировать на выравнители и блескообразователи, хотя многие исследователи не делают различий между выравнивающим и блескообразующим действием.

Определенные трудности в классификации предлагаемых добавок и в разработке новых блескообразователей связаны с отсутствием общей теории блескообразующего действия добавок.

Нами предложен новый тип блескообразователей – трихлорэтиламиды некоторых карбоновых и сульфоновых кислот [5]. Некоторые аспекты их воздействия на качество получаемых покрытий представлены нами в работе [6]. В качестве блескообразующих добавок исследованы различные производные трихлорэтиламидов: 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтиламиды карбоновых кислот (1 и 2), 2,2,2-трихлорэтиламид-4-толуолсульфоновой кислоты (3) и 1-(4-метоксифенил)-2,2,2-трихлор-этиламид-4-хлорфенилсульфоновой кислоты (4). Эти соединения получают из доступных реагентов: амидов карбоновых кислот, хлораля, дихлорамидов сульфоновых кислот (дихлорамид Г и дихлорамид ХБ), винилиденхлорида и анизолла. Данные трихлорэтиламиды не растворяются в воде и для введения в электролит их растворяли в минимальном количестве этилового спирта. Электрохимическое никелирование проводили в стандартном электролите Уоттса. Из исследованных четырех соединений три показали эффект образования блестящих покрытий и одно – формирование полублестящего покрытия. Добавки вводились в электролит в количестве 0,1-0,7 г/л. Выход по току составил 78-97 %. Пористость полученных покрытий 0,28-11,02 пор/см², что существенно ниже, чем при использовании некоторых других блескообразователей. Наилучшим блескообразующим действием среди исследованных добавок обладают 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтиламид уксусной кислоты и 1-4-метоксифенил-2,2,2-трихлорэтиламид-4-хлорфенилсульфоновой кислоты. Блескообразующее действие трихлорэтиламидов сульфоновых кислот связано с их электрохимическим разложением на катоде, что способствует внедрению серы в никелевое покрытие в количестве 0,3-0,4 % масс, которое определяет блеск. Действие трихлорэтиламидов карбоновых кислот, возможно, связано с их адсорбцией на поверхности катода.

Целью данного сообщения является сопоставление трихлорэтиламидных блескообразователей, которые трудно отнести к первому или второму классу, с некоторыми другими известными добавками.

1. Ажогин Ф.Ф. Гальванотехника. М.: Metallurgy, 1987, 736.
2. Сосновская Н.Г., Истомина Н.В. Гальванотехника и обработка поверхности. 2019, 27 (4), 4-11.
3. Gamburg Yu.D., Zangary G. New York: Springer Science+Business Media, 2011, 438.
3. Блестящие электролитические покрытия. Под ред. Ю. Матулиса. Вильнюс: Минтис, 1969, 613.
4. Розенцвейг И.Б. Пат. 2583569 (2016). РФ. Оpubл. 10.05.2016, № 13.
5. Сосновская Н.Г., Иванова А.О., Никитин И.В. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018, 8 (1), 106-114.

СИНТЕЗ ЭТИЛ 2-ЦИАНО-2-(1,3-ДИТИОЛ-2-ИЛИДЕН)АЦЕТАТА

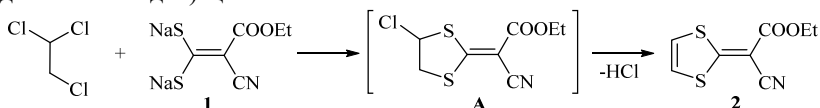
Софронов Д.В., Кузьмин С.В., Липин К.В.

*Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова,
428015 Чебоксары, Московский пр-т, 15
lipinkost@mail.ru*

Ключевые слова: серосодержащие гетероциклы, дитиолан

Ранее был опубликован ряд способов получения 2-илиден-1,3-дитиоланов, заключающийся во взаимодействии 2,2-дизамещенных этен-1,1-бистиолатов натрия с 1,2-дихлоралканами [1] и описан одnoreакторный метод их синтеза [1-3].

Продолжая данные исследования, было обнаружено, что во взаимодействие можно вовлечь и менее реакционноспособные трихлоралканы, в частности, 1,1,2-трихлорэтан. Обнаружено, что при проведении взаимодействия с 2-циано-3-этоксипроп-1-ен-1,1-бистиолятом натрия **1** наблюдается образование этил 2-циано-2-(1,3-дитиол-2-илиден)ацетата **2**.



Очевидно, в данном случае взаимодействие протекает через образование промежуточного дитиолана **A**, который не удалось выделить.

Структура соединения **2** подтверждена методами ИК, ЯМР ^1H , спектроскопии и масс-спектрометрией.

Таким образом, разработан оригинальный метод синтеза этил 2-циано-2-(1,3-дитиол-2-илиден)ацетата, позволяющий в одну стадию получить сложнопостроенный гетероцикл. Полученный дитиол **2** синтезирован впервые.

1. К.В. Липин, О.В. Ершов, М.Ю. Беликов, С.В. Федосеев. ЖОрХ, 2017, 1, 148-150.
2. К.В. Липин, О.В. Ершов, М.Ю. Беликов, С.В. Федосеев. ЖОрХ, 2019, 2, 314-316.
3. К.В. Липин, О.В. Ершов. ЖОрХ, 2019, 12, 1947-1949.

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА В ПРОЦЕССЕ ГИДРОКРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ

Сурганов Ф.С., Зотов Ю.Л.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28;
fsurganov@mail.ru*

Ключевые слова: водородсодержащий газ, гидрокрекинг, смесительное устройство

Гидрокрекинг является каталитическим процессом нефтепереработки, вырабатывающим ценные компоненты моторных топлив. Одной из особенностей гидрокрекинга является большое потребление водородсодержащего газа (ВСГ), который используется как реагент, с его помощью замедляется закоксовывание катализаторов. Кроме того, холодный ВСГ применяют для снятия избыточного реакционного тепла между слоями катализаторов. Это повышает расход водородсодержащего газа, на производство которого тратятся огромные ресурсы.

Нами предлагается, в целях снижения расхода ВСГ на гидрокрекинг, установить между слоями катализаторов смесительное устройство, разработанной нами конструкции, которое осуществляет тангенциальное распыление охлаждающего водородсодержащего газа в горячий реакционный поток. В результате теплообмен станет более интенсивным и равномерным по всему сечению реактора [1].

Таким образом, подводимый охлаждающий ВСГ будет использоваться более эффективно, что позволит снизить его расход на процесс гидрокрекинга. Это приведет к снижению расходов на производство водородсодержащего газа и уменьшению стоимости гидрокрекинга в целом.

1. Сурганов, Ф.С. Улучшение теплообмена в реакторе гидрокрекинга вакуумного газойля / Ф.С. Сурганов // XXIV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области (г. Волгоград, 3-6 декабря 2019 г.) : сб. материалов конф. / редкол.: С.В. Кузьмин (отв. ред) [и др.] ; Комитет образования, науки и молодежной политики Волгоградской обл., ГБУ ВО «Центр молодежной политики», Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград, 2020. - С. 34-35.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ТЕМПЕРАТУРУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЩЕЛОЧНОГО КОНЦЕНТРАТА

¹Суровая В.Э., ²Михайлов В.А.

¹ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
²ПАО «Кокс», 650021, Россия, г. Кемерово, ул. 1-я Стахановская, 6
sur.vik@mail.ru

Ключевые слова: производство капролакта, щелочной концентрат

Щелочной концентрат производства капролактама (ЩКПК) представляет собой упаренный в цехе кальцинированной соды водный раствор натриевых солей кислых побочных продуктов окисления циклогексана производства капролактама [1-2].

Возможность альтернативного применения этого отхода, как профилактического средства против смерзания влажных углей (8-35) %, ставит правомерной и своевременной задачу снижения температуры кристаллизации (ЩКПК) [3].

За температуру кристаллизации принимали высшую точку подъема температуры после ее понижения ниже температуры кристаллизации или температуру, сохраняющуюся в течение процесса его кристаллизации.

Для определения возможности снижения температуры кристаллизации и плотности в ЩКПК вводили следующие добавки с массовой долей не более 10 %: спиртовая фракция в количестве от 1 % до 10 %; этиловый спирт в количестве 7%; карбамид $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$; сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; аммиачную селитру (NH_4NO_3) ; смесь карбамида с аммиачной селитрой в соотношении 1:1 по массе.

В результате исследований было установлено, что при введении в ЩКПК спиртовой фракции в количестве от 1 % до 10 % плотность модельных растворов снижалась от 1,222 г/см³ до 1,218 г/см³ (1 %) и 1,181 г/см³ (10 %). Кроме того, отмечено снижение сопротивления при перемешивании и некоторое снижение температуры «жидкий мед» от минус 37°С, для исходной пробы, до минус (39-45)°С. При массовой доле спиртовой фракции 10 % наблюдалось выпадение кристаллов при минус 40°С.

Влияние добавки этилового спирта. В связи с тем, что спиртовая фракция содержала много воды, провели опыты с введением в ЩКПК этилового спирта в количестве 7%. Установлено, что плотность полученных растворов снизилась от (1,200-1,210) г/см³ до (1,170-1,180) г/см³.

Влияние добавки сульфата аммония незначительно снизило температуру кристаллизации ЩКПК. К тому же сульфат аммония плохо растворяется в ЩКПК.

Установлено, что температура кристаллизации ЩКПК с ρ 1,180 г/см³ с массовой долей сульфата аммония 3 % составила минус 26°С и минус 28°С против минус 26°С в исходном растворе.

Использование в качестве добавки аммиачной селитры привело к снижению температуры кристаллизации всего на 2°С. Аммиачная селитра хорошо растворяется в ЩКПК и увеличивает плотность раствора (при массовой доле 7 % от ρ 1,180 г/см³ до ρ 1,194 г/см³).

Температура кристаллизации ЩКПК с массовой долей аммиачной селитры 7 % составила минус 28°С при температуре кристаллизации исходного раствора минус 26°С.

Смесь карбамида с аммиачной селитрой в соотношении 1:1 по массе добавляли в ЩКПК с массовой долей 3 % и 7 %.

В результате исследований установлено, что температура кристаллизации ЩКПК с массовой долей смесей 3% и 7% составила минус 28°С и минус 31,5°С, соответственно, при температуре кристаллизации исходного раствора с ρ -1,180 г/см³ минус 26°С.

На рисунке 1 в качестве примера приведена зависимость температуры кристаллизации ЩКПК с добавкой 3% карбамида от времени.

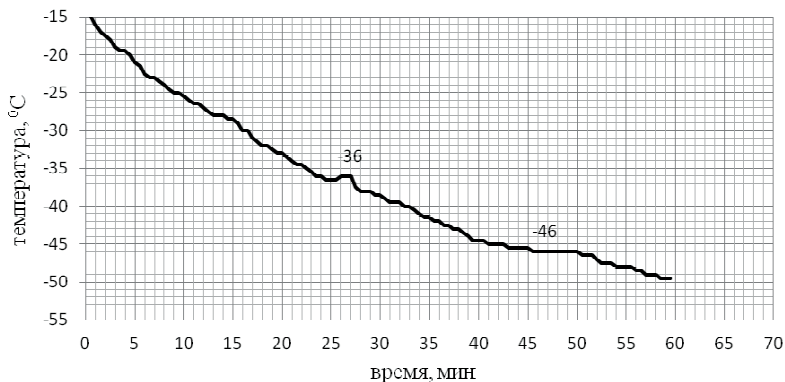


Рис. 1. ЩКПК с добавкой 3% карбамида $\rho=1,21$ г/см³.

1. Гуцин А.А., Ермаков А.Ю., Мирошников А.М. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 4. 140–154.
2. Ощепков И.А. Вестник КузГТУ, 2011. № 1. 90–97.
3. Сумарченкова И.А. Изучение методов переработки отходов производства капролактама: Автореф. дис. канд. хим. Наук. Самара, СГТУ. 26 с.

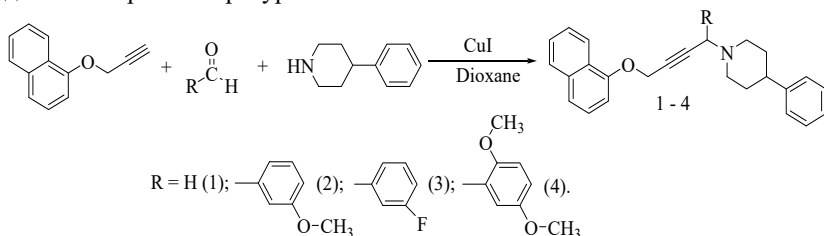
СИНТЕЗ НОВЫХ 1-НАФТОКСИБУТИНИЛ-1,4-ДИФЕНИЛПИПЕРИДИНОВ

Сычева Е.С., Муканова М.С., Ю В.К.

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», 050010,
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Уалиханова 106;
yelena-sycheva@yandex.kz*

Ключевые слова: аминотетраметилирование, 1-нафтоксибутинил-1,4-дифенилпиперидины

С целью получения новых потенциально биологически активных соединений изучена реакция аминотетраметилирования 1-(проп-2-инилокси)нафталина. Аминотетраметилирование проводили взаимодействием 1-(проп-2-инилокси)нафталина с гетероциклическим амином (4-фенилпиперидином) и различными альдегидами (формальдегид, 3-метоксибензальдегид, 3-фторбензальдегид, 2,5-диметоксибензальдегид) в присутствии каталитических количеств CuI (I) в среде абсолютного диоксана при температуре 35-40 °С в течение 2-х часов.



В результате синтезированы 1-нафтоксибутинил-1,4-фенилпиперидины 1-4 с соответствующими выходами: 1-(4-(нафталин-1-илокси)бут-2-инил)-4-фенилпиперидин 1 (75%), 1-(1-(3-метоксифенил)-4-(нафталин-1-илокси)бут-2-инил)-4-фенилпиперидин 2 (46%), 1-(1-(3-фторфенил)-4-(нафталин-1-илокси)бут-2-инил)-4-фенилпиперидин 3 (55%), 1-(1-(2,5-диметоксифенил)-4-(нафталин-1-илокси)бут-2-инил)-4-фенилпиперидин 4 (75%).

Строение синтезированных соединений 1-4 установлено на основании данных элементного анализа, ИК-спектроскопии и спектроскопии ЯМР ^1H и ^{13}C .

Работа выполнена в рамках НИР гранта № AP05131025/ГФ5 КН МОН РК «Направленный дизайн превентивных средств и/или адаптогенов для растений в ряду элементоорганических систем».

СИНТЕЗ ТИОАНГИДРИДОВ ДИТИОКАРБАМИНОВЫХ КИСЛОТ

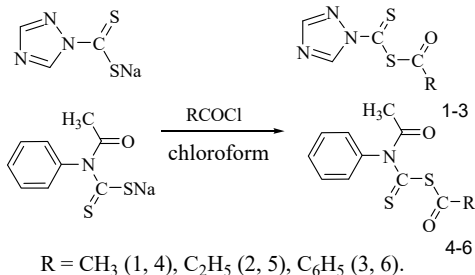
Сычева Е.С., Муканова М.С.

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», 050010,
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Уалиханова 106;
yelena-sycheva@yandex.kz*

Ключевые слова: 1*H*-1,2,4-триазол-1-карбодитиоат натрия, ацетил(фенил)карбамодитиоат натрия, тиоангидриды

С целью синтеза новых полифункциональных производных дитиокарбаминных кислот нами продолжены исследования по модификации гетероциклических и ароматических дитиокарбаматов.

Ацилирование дитиокарбаматов проводили взаимодействием 1*H*-1,2,4-триазол-1-карбодитиоата натрия и ацетил(фенил)карбамодитиоата натрия с хлорангидридами (уксусный, пропионовый, бензойный) в среде хлороформа при комнатной температуре в течение 2 часов.



В результате синтезированы с соответствующими выходами: уксусный 1*H*-1,2,4-триазол-1-карбодитиоангидрид 1 (41%), уксусный ацетил(фенил)карбамодитиоангидрид 4 (75%), пропионовый 1*H*-1,2,4-триазол-1-карбодитиоангидрид 2 (94%), пропионовый ацетил(фенил)карбамодитиоангидрид 5 (79%), бензойный 1*H*-1,2,4-триазол-1-карбодитиоангидрид 3 (86%), бензойный ацетил(фенил)карбамодитиоангидрид 6 (56%).

Строение синтезированных соединений тиоангидридов установлено на основании данных элементного анализа, ИК-спектроскопии и спектроскопии ЯМР ¹H и ¹³C.

Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования № BR05234667 «Физико-химические основы создания неорганических, органических, полимерных соединений, систем и материалов с заданными свойствами».

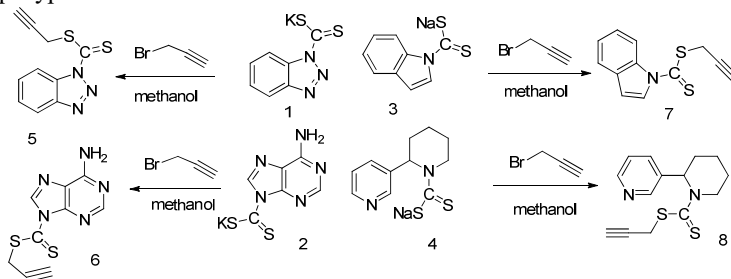
СИНТЕЗ ДИТИОАЦЕТИЛЕНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ

Токпаев Р.Р., Сычева Е.С., Муканова М.С.

*Центр физико-химических методов исследования и анализа
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 050012,
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе Би, 96 А;
chem_mukan@mail.ru*

Ключевые слова: диокарбаматы калия и натрия, бромистый пропаргил

С целью синтеза новых дитиоацетиленовых производных природных фитогормонов и других гетероциклических аналогов, изучена реакция пропаргилрования дитиокарбаматов 1Н-бензо[d][1,2,3]триазол-1-карбодитиоата калия 1, 6-амино-9Н-пурин-9-карбодитиоата калия 2, 1Н-индол-1-карбодитиоата натрия 3 и 2-(пиридин-3-ил)пиперидин-1-карбодитиоата натрия 4. Реакцию пропаргилрования диокарбаматов калия и натрия проводили бромистым пропаргилом в среде абсолютного метанола при комнатной температуре в течение 3 часов.



В результате выделения из реакционной смеси в индивидуальном виде получены дитиоацетиленовые производные с соответствующими выходами: проп-2-инил-1Н-бензо[d][1,2,3]триазол-1-карбодитиоат 5 (77,5 %); проп-2-инил-6-амино-9Н-пурин-9-карбодитиоат 6 (46,5%); проп-2-инил-1Н-индол-1-карбодитиоат 7 (74,6%); проп-2-инил-2-(пиридин-3-ил)пиперидин-1-карбодитиоат 8 (51%).

Строение синтезированных соединений 5-8 установлено на основании данных элементного анализа, ИК-спектроскопии и спектроскопии ЯМР ¹H и ¹³C.

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК в рамках научно-технической программы №BR05236420 «Зеленые» технологии на основе сверхкритических сред».

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ СПЕКАЮЩЕЙ ДОБАВКИ ОКСИДА ГАЛЛИЯ НА КЕРАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМОМАГНИЕВОЙ ШПИНЕЛИ.

Ульянова А.В., Сенина М.О, Лемешев Д.О.

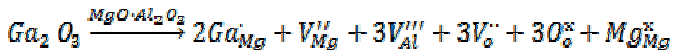
*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева», 125047, Россия, Москва, Миусская площадь, 9.
Ulianovaav@yandex.ru*

Ключевые слова: алюмомагниева шпинель, твердые растворы, оксид галлия, спекание, вакуумное спекание, плотная керамика

На сегодняшний день возможно получение более экономически выгодного, по сравнению с оксинитридом алюминия и оксидом алюминия, керамического материала на основе алюмомагниевои шпинели, $MgAl_2O_4$, (АМШ), ввиду невысокой себестоимости как сырьевых материалов, так и самого проведения синтеза, который проводится при более низких температурах и без использования дорогостоящего оборудования. Но такой материал, достаточно трудно спекать до беспористого состояния. Для оптимизации процесса используется введение спекающих добавок таких как оксиды бора, скандия, галлия, фторид лития. Наиболее результативными считаются добавки образующие твердые растворы, которые способствуют удалению пористости в керамике и достижению плотности близкой к теоретической на этапе спекания.

В данной работе выбрана добавка Ga_2O_3 , которая является одним из немногих оксидов, образующих с кубический твердый раствор, а также наиболее доступным по себестоимости сырьевым материалом, перспективным является использование данной добавки для получения керамики, обладающей высокими оптическими и физико-механическими свойствами [1].

Возможна следующая схема дефектообразования при реакции оксида галлия с алюмомагниевои шпинелью:



Цель работы – исследование процесса спекания керамики в системе $MgAl_2O_4 - Ga_2O_3$ в зависимости от способа введения спекающей добавки оксида галлия и его влияния на свойства керамики на основе алюмомагниевои шпинели.

В данном исследовании в качестве исходных компонентов использовали водные нитраты алюминия, магния и галлия ($Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) и $Ga(NO_3)_3 \cdot 8H_2O$. Для получения

прекурсора шпинели использовали метод обратного соосаждения из водных растворов нитратов магния и алюминия, взятых в стехиометрическом соотношении в пересчете на оксиды, посредством распыления в раствор осадителя.

Оптимальная температура синтеза порошка прекурсора для получения фазы АМШ была подобрана на основании результатов дифференциально-термического анализа и составляла 1200 °С.

Для снижения пористости в материале в качестве добавки выбран оксид галлия, поскольку он способствует возникновению вакансий при образовании твердых растворов в обеих подрешетках шпинели, что улучшает спекание. Концентрация добавки составила 7 мол. %.

Добавка вводилась разными методами: в прекурсор и в синтезированную шпинель. Формование полуфабрикатов осуществлялось методом полусухого прессования при давлении прессования 100 Мпа. Обжиг образцов – при температуре 1750 °С в вакууме.

Были исследованы свойства образцов при температурах обжига при различном способе введения спекающей добавки Ga₂O₃, а также было определено светопропускание образцов на спектрометре SHIMADZY UV-3600 (табл.1).

Таблица 1. Влияние температуры обжига и способа введения добавки на свойства керамики (Т_{обжига}=1750 °С).

Способ введения	Средняя плотность, г/см ³	Открытая пористость P _о , %	Светопропускание, %
В прекурсор	3,20	8,3	20,14
В шпинель	3,24	3,1	22,42

Таким образом, из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Оптимальные показатели открытой пористости и средней плотности наблюдаются при добавлении оксида галлия, введенного после синтеза шпинели. При введении добавки в прекурсор – свойства материала ухудшаются.

- По данным определения светопропускания наиболее высокие значения наблюдаются при введении добавки в шпинель, что может быть связано с более полным прохождением реакции дефектообразования и формирования твердого раствора с кубической решеткой.

1. Лукин Е. С., Попова Н. А., Глазачев В. С., Павлюкова Л.Т., Куликов Н. А. Технология, свойства и применение оптически прозрачной оксидной керамики: перспективы развития // Конструкции из композиционных материалов. - 2015. - № 3. - С. 24-36.

РАЗДЕЛЕНИЕ Fe(III) И Ni(II) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ППГ-425 – NaCl – H₂O

Федорова М.И., Левина А.В., Заходяева Ю.А., Вошкин А.А.

*ФГБУН «Институт общей и неорганической химии имени
Н.С. Курнакова Российской академии наук», 119991, Россия, г. Москва,
Ленинский просп., 31
mif@igic.ras.ru*

Ключевые слова: элементы питания, «зеленая» химия, экстракция жидкость-жидкость, выщелачивание

Извлечение ценных металлов (Ni, Co, Fe, La и др.) из отработанных элементов питания весьма актуальная задача как с точки зрения защиты окружающей среды, так и с точки зрения повторного использования ресурсов [1]. Традиционно данные металлы разделяют и концентрируют методами жидкостной экстракции с использованием органических экстрагентов, которые являются токсичными и пожароопасными. Перспективной альтернативой этому являются экстракционные системы на основе водорастворимых полимеров [2,3], которые отвечают требованиям «зеленой» химии.

Целью настоящей работы было исследование экстракции ионов Fe(III) и Ni(II) в двухфазной водной системе полипропиленгликоль 425 – NaCl – H₂O [3] из солянокислого раствора выщелачивания анодной сетки Ni-MH аккумулятора. Было изучено влияние времени контакта фаз на эффективность извлечения железа(III) и никеля(II). Была установлена зависимость коэффициентов распределения исследуемых металлов от кислотности солевой фазы. Было установлено, что при совместном присутствии ионов Fe(III) и Ni(II) в растворе коэффициент распределения железа(III) значительно увеличивается. Показано, что предложенная экстракционная система позволяет эффективно разделять исследуемые металлы ($\beta_{Fe/Ni}=22$).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Москвы в рамках научного проекта № 19-33-70011.

1. Zhang X., Li X., Cao H., Zhang Y. Sep. Purif. Technol., 2010, 70, 306-313.
2. Zakhodyaeva Y.A., Rudakov D.G., Solov'ev V.O., Voshkin A.A., Timoshenko A.V., J. Chem. Eng. Data, 2019, 64 (3), 1250-1255.
3. Zakhodyaeva Yu.A., Zinov'eva I.V., Voshkin A.A. Theor. Found. Chem. Eng., 2019, 53 (5), 735-740.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2-ХЛОРПИРИДИН-3,4-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ С МОРФОЛИНОМ

Федосеев С.В., Иевлев М.Ю.

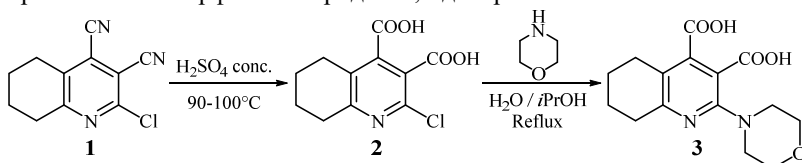
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
sergey.fedoseev88@gmail.com

Ключевые слова: цинхомероновая кислота, морфолин, нуклеофильное замещение

Цинхомероновая (пиридин-3,4-дикарбоновая) кислота и ее производные находят применение в различных направлениях органической химии, в том числе в синтезе биологически активных веществ, например, пиридоксина [1, 2].

Ранее нами было показано, что при взаимодействии 2-хлорпиридин-3,4-дикарбонитрила **1** [3] с концентрированной серной кислотой образуется 2-хлорпиридин-3,4-дикарбоновая кислота **2** – производное 2-галогенцинхомероновой кислоты) [4].

Исследование превращений дикарбоновой кислоты **2** показало, что ее кипячение с морфолином в среде вода – пропан-2-ол приводит к образованию 2-морфолинопиридин-3,4-дикарбоновой кислоты **3**.



Структура синтезированных соединений была доказана методами ИК, ЯМР ^1H , ЯМР ^{13}C спектроскопии и масс-спектрометрии.

Таким образом, в ходе исследования взаимодействия производного 2-галогенцинхомероновой кислоты **2** с морфолином была синтезирована 2-морфолинопиридин-3,4-дикарбоновая кислота **3**.

Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-269.2020.3 (соглашение № 075-15-2020-229).

- [1] Dumond, Y.R. and Gum, A.G., *Molecules*, 2003, 8, 873-881.
- [2] Tong, M.-L., Wang, J., and Hu, Sh. *J. Solid State Chem.*, 2005, 178, 1518-1525.
- [3] Ershov O.V., Belikov M.Yu., Maksimova V.N., Fedoseev S.V., Legotin S.A., Nasakin O.E. *Chem. Heterocycl. Compd.*, 2014, 50, 1057-1059.
- [4] Belikov M.Yu., Ershov O.V., Maksimova V.N., Fedoseev S.V. *Russ. J. Org. Chem.*, 2016, 52, 1217-1219.

СИНТЕЗ 4-ХЛОРФУРО[3,4-С]ПИРИДИН-3(1H)-ОНА

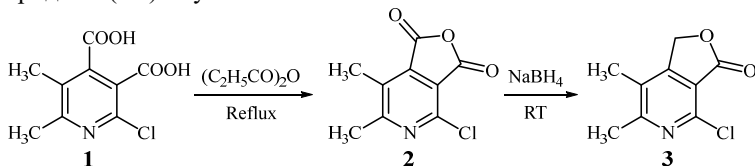
Федосеев С.В., Миловидова А.Г.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
sergey.fedoseev88@gmail.com

Ключевые слова: цинхомероновая кислота, дегидратация, восстановление

Ранее нами было показано, что при взаимодействии 2-хлорпиридин-3,4-дикарбонитрила с концентрированной серной кислотой образуется 2-хлорпиридин-3,4-дикарбоновая кислота **1** – производное 2-галогенцинхомероновой кислоты) [1, 2].

Исследование превращений дикарбоновой кислоты **1** показало, что ее взаимодействие с пропионовым ангидридом приводит к дегидратации с образованием 4-хлорфуоро[3,4-с]пиридин-1,3-диона **2**. Дальнейшее восстановление карбонильной группы в 1-м положении борогидридом натрия при комнатной температуре приводит к 4-хлорфуоро[3,4-с]пиридин-3(1H)-ону **3**.



Структура синтезированных соединений была доказана методами ИК, ЯМР ¹H, ЯМР ¹³C спектроскопии, масс-спектрометрии и рентгеноструктурного анализа монокристалла.

Таким образом, в ходе исследования превращений производного 2-галогенцинхомероновой кислоты **1** в среде пропионового ангидрида был синтезирован 4-хлорфуоро[3,4-с]пиридин-1,3-дион **2**. Дальнейшее восстановление соединения **2** борогидридом натрия приводит к 4-хлорфуоро[3,4-с]пиридин-3(1H)-ону **3**.

Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-269.2020.3 (соглашение № 075-15-2020-229).

[1] Belikov M.Yu., Ershov O.V., Maksimova V.N., Fedoseev S.V. *Russ. J. Org. Chem.*, 2016, 52, 1217-1219.

[2] Fedoseev S.V., Belikov M.Y., Ershov O.V., Tafeenko V.A. *Russ. J. Org. Chem.*, 2017, 53, 1660-1663.

СОЗДАНИЕ УЗЛА САМОИСПАРЕНИЯ РЕАКЦИОННОГО РАСТВОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

**Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В.,
Сергеев С.С., Семенов В.В., Жубриков А.В.**

ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101;

Ключевые слова: пероксид водорода, изопропиловый спирт, ацетон, самоиспарение

Пероксид водорода представляет собой почти бесцветную (бледно-голубую) вязкую жидкость. Чистый пероксид водорода крайне неустойчив, он обладает способностью к самопроизвольному разложению со взрывом. Неограниченно смешивается с водой, в продажу поступает в виде 30-40%-ного раствора, который называется "пергидроль". Для медицинского применения реализуется раствор с массовой долей пероксида водорода 3%.

Пероксид водорода (перекись водорода) является важнейшим продуктом химического производства, который находит широкий спрос в самых разных отраслях. Основное промышленное применение пероксида водорода приходится на целлюлозно-бумажную и химическую промышленности. В целлюлозно-бумажной, а также в текстильной промышленности пероксид водорода используется в качестве отбеливателя, в химической промышленности – в качестве гидрирующего агента, катализатора, как эпоксилирующий агент при эпоксидировании олефинов

Дезинфицирующие свойства H_2O_2 обуславливают его применение в медицине, косметологии, пищевой промышленности, рыбохозяйственных комплексах и др.

В настоящее время в мире в промышленном масштабе реализованы три способа получения пероксида водорода:

- антрахиноновый,
- изопропиловый,
- электрохимический [1].

В России пероксид водорода производят изопропиловым и электрохимическим методами.

Технология изопропилового (органического) метода получения пероксида водорода.

Технология получения пероксида водорода с использованием изопропилового спирта состоит из пяти основных стадий:

- окисление изопропилового спирта;
- разделение пероксида водорода и органической фазы;
- концентрирование пероксида водорода;

- разделение изопропилового спирта и ацетона;
- гидрирование ацетона в изопропиловый спирт.

Технология представляет собой замкнутый цикл по рабочему телу – изопропиловому спирту.

На стадии окисления изопропиловый спирт и воздух, обогащенный кислородом, подаются в реактор колонного типа противотоком: воздух снизу, изопропиловый спирт сверху.

Отработанный газ, состоящий в основном из азота, с целью извлечения органических продуктов направляется на охлаждение и далее после абсорбции водой выбрасывается в атмосферу. Реакционная смесь, содержащая изопропиловый спирт, ацетон, пероксид водорода, воду, после охлаждения направляется на разделение методом ректификации.

Реакционная смесь после реактора окисления обладает высоким энергетическим потенциалом – температурой 120-130 °С и давлением 10-12 бар (в зависимости от загрузки технологической схемы).

Идея заключается в использовании внутренней энергии реакционной массы для самоиспарения части органической фракции.

При этом согласно проведенным расчетам достигается экономия энергоресурсов, в частности пар – 22500 Гкал/год; холод минус 10 – 1500 Гкал/год. Суммарный экономический эффект планируется на уровне 22 млн.руб./год.

Кроме того, согласно сведениям, указанных в пат. №2216505 при использовании данной схемы происходит снижение потерь пероксида водорода и увеличение его выхода на 1,5-2% [2].

1. А.А. Михайлов; А.В. Жубриков; А.Г. Медведев; Д.А. Гришанов; Т.А. Трипольская; П.В. Приходченко Современное состояние и актуальные вопросы производства пероксида водорода и пероксидных соединений в России. //Химическая технология. 2018. т.19 №13. с. 602-607.

2. Способ выделения водных растворов пероксида водорода: 2216505 Рос. Федерация. № 2001134220/15; заявл. 07.12.2001; опубл. 20.11.2003, Бюл. № 32. 3 с.

ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯ Н-ПАРАФИНОВ НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

**Хайруллина З.Р.¹, Серебрянников Д.В.²,
Сафина Э.Р.¹, Куватова Р.З.², Аглиуллин М.Р.²**

- 1 - Уфимский государственный нефтяной технический университет,
450064, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1*
- 2 - Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН, 450075, Россия г.
Уфа, ул. Проспект Октября д. 141
Zul93@yandex.ru*

Ключевые слова: гидроизомеризация н-парафинов, силикоалюмофосфатные молекулярные сита, SAPO-11, цеолиты

Гидроизомеризация нормальных углеводородом дизельных фракций проводится с целью производства высокоэкологичного и высококачественного дизельного топлива [1]. В процессе гидроизомеризации н-парафины превращаются в ди- и триразветвленные изомеры, которые характеризуются более низкими температурами застывания и помутнения, что особенно важно при эксплуатации дизельного двигателя в условиях пониженных температур.

Известно, гидроизомеризации н-парафинов осуществляется на бифункциональных катализаторах, где на металлических центрах протекают реакции гидрирования-дегидрирования, а на кислотном носителе – реакции изомеризации [2]. В промышленности используют бифункциональные катализаторы на основе силикоалюмофосфатного молекулярного сита SAPO-11. В условиях высокой гидрирующей-дегидрирующей активности металлических центров (при использовании Pt или Pd) скорость процесса гидроизомеризации н-парафинов будет во многом определяться характеристиками кислотного носителя [3-5]. Однако, для этого типа цеолитоподобных материалов не решена проблема одиночного внедрения кремния для создания требуемых кислотных центров. Для SAPO-11 нет и однозначных рекомендаций по созданию иерархической пористой структуры для снижения диффузионных ограничений, что присуще всем цеолитным материалам.

Молекулярное сито SAPO-11 было получено по методике, описанной в [5] из реакционного геля состава $1.0Al_2O_3 \cdot 1.0P_2O_5 \cdot 0.3SiO_2 \cdot 1.0DPA \cdot 50H_2O$ при $200^\circ C$ с продолжительностью кристаллизации от 12 до 24 ч.

Полученный продукт кристаллизации охарактеризован с помощью РФА, СЭМ, ТПД NH_3 и низкотемпературной адсорбции-десорбции азота.

Для получения бифункционального катализатора на силикоалюмофосфат SAPO-11 была нанесена платина в расчете 0,5% мас. Pt/SAPO-11 был приготовлен методикой водопоглощения исходного прокаленного порошка SAPO-11 раствором соединения платины (в виде $H_2[PtCl_4]$) для получения катализатора с определенным количеством металла. После пропитки образцы высушивались на воздухе и затем прокаливались в воздухе при 500 или 600°C в течение 4-х часов.

До начала экспериментов катализатор активировали в реакторе в токе водорода при 400°C и давлении 3 МПа в течение четырех часов, скорость подачи водорода составляла 20 мл/мин. Анализ продуктов реакции проводился на хроматографах HP-5890 или Agilent-6850 с использованием пламенно-ионизационного детектора и капиллярной хроматографической колонки HP-1 или аналогичной ей (60 м×250 мкм×1 мкм) с последующей компьютерной обработкой результатов.

Полученный платиносодержащий силикоалюмофосфат SAPO-11 был испытан как катализатор в модельной реакции гидроизомеризации н-гексадекана. Реакцию осуществляли в проточном реакторе, при 320°C и 20 атм с объемной скоростью подачи сырья 3 ч⁻¹.

В качестве катализаторов сравнения были исследованы образцы Pt/ZSM-23, Pt/ZSM-5.

Установлено, что при конверсии н-гексадекана 70% образец Pt/SAPO-11 структурой является более селективным (селективность ~ 87%) катализатором по сравнению с Pt/ZSM-23 (селективность ~ 70%).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Проект № 18-33-00077 мол_a).

1. Deldari H. Suitable catalysts for hydroisomerization of long-chain normal paraffins //Applied Catalysis A: General. – 2005. – Т. 293. – С. 1-10.

2. Giannetto G. E., Perot G. R., Guisnet M. R. Hydroisomerization and hydrocracking of n-alkanes. 1. Ideal hydroisomerization PtHY catalysts //Industrial & engineering chemistry product research and development. – 1986. – Т. 25. – №. 3. – С. 481-490.

3. Soualah A. et al. Hydroisomerization of long-chain n-alkanes on bifunctional Pt/zeolite catalysts: Effect of the zeolite structure on the product selectivity and on the reaction mechanism //Applied Catalysis A: General. – 2008. – Т. 336. – №. 1-2. – С. 23-28.

4. Пиголева И. В. и др. ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛЫХ МАСЕЛ ИЗ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 19 //Технологии нефти и газа. – 2018. – №. 2. – С. 19-23.

5. Шевченко А. П., Сейфетдинов Д. Р. ОЦЕНКА СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ //Технологии нефти и газа. – 2018. – №. 3. – С. 16-23.

6. Груданова А. И. и др. Катализатор для получения дизельных топлив с улучшенными низкотемпературными характеристиками //Катализ в промышленности. – 2015. – №. 2. – С. 46-52.

7. U. S. Patent, 4440871, 1984.

ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗО-ОКИСНОГО ПИГМЕНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Холмуродов Т.А., Мирзаев О.О.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 420015, Российская Федерация,
Республика Татарстан, Казань, ул. К.Маркса, 68;
tima.xolmuradov@mail.ru*

Ключевые слова: железо-окисный пигмент, травильный раствор, рентгенофазовый анализ, дериватограмма.

Разработана методика получения железо-окисного пигмента на основе отходов гальванического производства. Изучены основные физико-химические свойства полученного пигмента. Для установления влияния природы нейтрализатора на фазовый состав пигментов проведен рентгено-фазовый и термогравиметрический анализ. Установил, что основной фазой является $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$, а $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$ присутствует в виде примеси.

Нами была исследована возможность получения красного железоокисного пигмента из отработанного раствора, образующегося при травлении печатных плат, осадочно-проколочным методом. В качестве нейтрализатора были использованы мраморная пыль, аммиак, кальцинированная сода. Для сравнения были изучены оптимальные параметры осаждения Fe (III) в модельных системах $\text{FeCl}_3\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{FeCl-NH}_4\text{OH-H}_2\text{O}$.

Было изучено влияние нормы, концентрации и природы осадителя, температуры и времени на процесс осаждения $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Таким образом, результаты проведенных лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний показали возможность получения красного железоокисного пигмента из отработанного травильного раствора, который по своим показателям не уступает пигменту, выпускаемому промышленностью. Исследование физико-химических и малярных свойств пигментов, полученных из ОТР, показало, что по основным характеристикам синтезированные пигменты (табл.1) не уступают пигменту марки К-2. Исключение составляет пигмент образца 1, в составе которого содержится некоторое количество мраморной пыли, однако имеются данные с применением карбоната кальция в качестве наполнителя для повышения защитных свойств лакокрасочных покрытий и для получения более светлых атмосферостойких покрытий.

Таблица 1. Физико-химические показатели железисто-окисных пигментов, полученных из травильных растворов.

№ №	Наименование показателей	Образец пигментов			Красны й железо кисный пигмент
		1	2	3	
1.	Содержание FeO ₃ % масс	51,5	88,3	91,0	89,0
2.	Содержание водорастворимых солей, % масс	1,15	0,66	0,35	1,00
3.	Содержание влаги, % масс	0,70	0,40	0,20	1,00
4.	рН водной вытяжки	6,80	6,90	6,90	6,00
5.	рН суспензии	7,30	7,00	6,90	7,00
6.	Укрывистость в перерасчете на сухой пигмент, г/м ²	13,50	8,00	6,80	8,00
7.	Маслоемкость в граммах масла на 100 г пигмента	30,2	36,9	29,0	40,0
8.	Плотность, кг/м ³	3160	4800	4950	4900
9.	Удельная поверхность, м ² /г	0,4	12,6	27,5	-
10.	Насыпная масса, кг/м ³	1147	914	1217	1500
11.	Насыпной объем, л/кг	0,87	1,09	0,82	-
12.	Объем после ручного встряхивания, л/кг	0,78	0,87	0,73	-
13.	Потери массы при прокаливании, % масс	26,16	3,16	2,58	-

1. Пат. 2019524, МПК C02F 1/64. Способ обработки кислых железосодержащих сточных вод / Б.Н.Жульков, В.М.Хорошкин; Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики. - заявлено 01.07.1991; опубл. 15.09.1994.

2. Вайнштейн, И. А. Очистка и использование сточных вод травильных отделений / М. : Металлургия, 1986. 109 с.

3. Пат. США 4066748, МПК C01G 49/10 (20060101). Непрерывный процесс регенерации хлорида железа из раствора / J.-M.Lietard, G.Matthijs; UCB, Societe Anonyme (Brussels, BE). - заявлено 13.08.1976; опубл. 03.01.1978.

4. Винникова О.С. Проблемы утилизации травильных растворов сталепрокатных заводов / О.С.Винникова, Пашаян.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ В СИСТЕМЕ $\text{Li}_2\text{O-ZnO-TiO}_2$ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СО-ОБЖИГОВОЙ КЕРАМИКИ

Хусаинов И.Н., Вершинин Д.И., Макаров Н.А.

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, Москва, Миусская пл., 9;
I.N.Khusainov@mail.ru*

Ключевые слова: низкотемпературная со-обжиговая керамика, диэлектрики, фазовые превращения, LTCC

С развитием устройств, использующихся для быстрой передачи текстовой и графической информации при использовании технологий беспроводной связи, керамика с высоким уровнем диэлектрических свойств также делает стремительный скачок в своем развитии. В связи с этим, высокочастотным технологиям находят очень широкое применение. Для прогресса в области технологий высоких частот беспроводной связи такого рода, разработка системных решений в тандеме с разработкой аппаратных технологий играет важную роль в обеспечении большей многофункциональности, более высокой производительности и миниатюризации электронных устройств [1]. В связи с этим, большой интерес научного сообщества привлекают материалы на основе диоксида титана, характеризующиеся высокими значениями относительной диэлектрической проницаемости ϵ_r . Диоксид титана характеризуется высоким значением диэлектрической проницаемости $\epsilon = 104$ и фактором диэлектрической добротности $Q:f > 40000$ [2]. Высокими значениями диэлектрических свойств могут похвастаться соединения с высоким его содержанием, например, соединения в системе $\text{Li}_2\text{O-ZnO-TiO}_2$ и др [3].

В данном исследовании, с целью уточнения условий синтеза, а также оптимизации режимов получения порошков соединений необходимого фазового состава, были рассмотрены и синтезированы порошки в одной из наиболее перспективных систем – $\text{Li}_2\text{O-ZnO-TiO}_2$. В этой системе наилучшими диэлектрическими свойствами характеризуются фазы состава $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ и $\text{Li}_2\text{Zn}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ (соотношение оксидов 1:1:3 и 1:3:4, соответственно). При этом температура синтеза данных соединений в литературе сильно варьируется и лежит в диапазоне 700-900 °С [4-7].

В качестве исходных материалов для синтеза порошков различного состава использовали Li_2CO_3 , ZnO , TiO_2 квалификации «ч» и выше. Порошки в соответствии с заданными соотношениями и учетом потерь

при прокаливании смешивали в мельнице валкового типа в среде ацетона в течение 24 ч. Полученную суспензию высушивали при температуре 75 °С, после чего порошок просеивали через сито № 05. Далее проводили синтез соединений в печи на воздухе при следующих условиях:

а) $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ – при 700, 850, 900 °С с выдержкой 4 ч;

б) $\text{Li}_2\text{Zn}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ – при 900 °С с выдержками 4 и 8 ч.

Фазовый состав полученных порошков изучали при помощи рентгенофазового анализа и петрографического анализа.

Согласно результатам РФА, при температуре синтеза 850 °С искомая фаза отсутствует, наблюдается наличие побочной фазы состава Li_2TiO_4 , а также ZnO и TiO_2 , а при температуре 700 °С – наличие исходных оксидов Li_2O , ZnO и TiO_2 в большем количестве. Это свидетельствует о недостаточной температуре для синтеза необходимой фазы.

Наилучшим образом условия синтеза для получения соединения $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ соблюдены при 900 °С – данный состав отличается наличием трёхкомпонентного соединения без примесей.

При синтезе соединения $\text{Li}_2\text{Zn}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ при 900 °С с выдержками 4 и 8 часов помимо основной фазы также присутствует побочная фаза Zn_2TiO_4 в количестве ~40 %. Стоит отметить, что увеличение времени выдержки не повлияло на изменение фазового состава.

1. Sebastian M. T. Dielectric Materials For Wireless Communication // National Institute for Interdisciplinary Science & Technology (NIIST), 2008. P. 671.

2. Kim D., Par B., Chung J., Hong K. Mixture behavior and microwave dielectric properties in the low-fired TiO_2 – CuO system // Jpn. J. Appl. Phys. 2000. N 39. P. 2696-2700.

3. Sebastian M.T., Ubic R., Jantunen H. Low-loss dielectric ceramic materials and their properties // International Materials Reviews. 2015. Iss. 60, № 7. P. 392-412.

4. Chih-Yi Liu, Bing-Guang Tsai. Influence of B_2O_3 Additive on Microwave Dielectric Properties of $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ Ceramics for LTCC Applications // Int. J. Appl. Ceram. Technol. 2012. P. 1-8.

5. Kiani M.K., Touradj E., Banijamali S., Riahifar R., Russel C., Zscheckel T., Ren H. Microstructural and microwave dielectric properties of LZT ($\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$) ceramics sintered in presence of bismuth borate glass for LTCC applications // Ceramics International. 2017. P. 30.

6. Hou M., Chen G., Bao Y., Yang Y., Yuan C. Low-temperature firing and microwave dielectric properties of LBS glass-added $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ ceramics with TiO_2 // J Mater Sci: Mater Electron. 2012. №23. P. 1722-1727.

7. A. Sayyadi-Shahraki, E. Taheri-Nassaj, Low temperature cofirable $\text{Li}_2\text{Zn}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ microwave dielectric ceramic with Li_2O - ZnO - B_2O_3 glass additive. J Mater Sci: Mater Electron. 2014. №25. P. 355-360.

РАЗРАБОТКА ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЗАЛИВОЧНОГО КОМПАУНДА ИЗ СЫРЬЯ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Чернова М.В., Игнатьев В.А.

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.
Ульянова»,
428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
ignatev1@rambler.ru*

Ключевые слова: полиуретановый компаунд, полиизоцианат, Пропол, Владипол

На сегодняшний день в продаже имеется большое количество самых разнообразных литевых полиуретановых компаундов разной стоимости и назначения, в основном иностранного производства. Они используются для изготовления искусственного камня, форм для скульптур и архитектурных элементов, имитаций изделий из бронзы и других металлов. Одним из самых существенных недостатков полиуретановых компаундов иностранного производства является их высокая стоимость. В связи с этим, целью нашей работы является синтез полиуретанового заливочного компаунда из отечественных компонентов, с невысокой стоимостью и со свойствами, не уступающими зарубежным аналогам [1].

В качестве объектов исследований мы брали простые низко- и высокомолекулярные полиолы, которые имеют низкую стоимость и являются продуктами отечественного производства. Основными компонентами наших полиуретановых компаундов являются полиэферы марок Владипол 3357, Прополы 1055 и 1010, Лапролы 3603-2-12 и 6003-2Б-18, разбавители керосин и трихлорэтилфосфат, также полиизоцианат Wannate PM-200.

Синтез полиуретановых заливочных компаундов (ПУК) осуществляли одностадийным способом. Для этого вначале простым смешением готовили полиуретановую композицию, состоящую из двух компонентов: «Компонент А» и «Компонент Б». «Компонент А» – состоит из простых низко- и высокомолекулярных полиолов. «Компонент Б» – представлял собой изоцианатсодержащий олигомер полиизоцианат (ПИЦ). Отверждение ПУК осуществляли путем смешения навесок «Компонента А» и «Компонента Б». Было получено четыре заливочных полиуретановых компаунда ПУК-1, ПУК-2, ПУК-3 и ПУК-4.

Из результатов исследования следует, что с возрастанием содержания «Компонента Б» для всех ПУК, время желатинизации (τ_I) уменьшается, а время гелеобразования (τ_{II}) – увеличивается. Так, ПУК-2 имеет полупрозрачную структуру, без раковин, с включениями

мелкоячеистых пузырьков. С увеличением содержания NCO-групп количество мелкоячеистых пузырьков повышается. Это приводит к резкому изменению структуры ПУК. Оптимальными комплексом физико-механическими свойствами обладают образцы ПУК-3, синтезированные при соотношении NCO:OH≈1:1.

Также известно, что при изготовлении декоративных элементов иногда требуется получения полимерных материалов обладающих высокой эластичностью. В связи с этим, нами были предложены составы, в которых заменили в составе «Компонента А», один из низкомолекулярных полиолов – на простой полиэфир с повышенной молекулярной массой (Лапрол 3603-2-12 и 6003-2Б-18, Мм соответственно 3600 и 6000). Из результатов исследований следует, что замена низкомолекулярного полиола Пропола Р-1010 на Лапролы 3603 и 6003 приводит к существенному изменению технологических и физико-механических показателей ПУК. Несколько увеличивается время желатинизации (τ_1) и время гелеобразования (τ_{11}) ПУК-3 и ПУК-4. Уменьшается плотность и значения показателей твердости по Shore A и Shore D отвержденных образцов ПУК. Из результатов исследований следует, что применение простого полиэфира Лапрол 3603 позволяет получить заливочный компаунд, обладающий повышенной эластичностью и удовлетворительными эксплуатационными характеристиками.

Таким образом, нами синтезированы и исследованы полиуретановые заливочные компаунды, на основе простых полиэфиров марок Владипол 3357, Прополы 1055 и 1010, 3603-2-12 и 6003-2Б-18 Российского производства, которые могут найти применение в качестве репродукций небольшого или среднего размера, скульптур, имитаций изделий из бронзы и др. По эксплуатационным характеристикам полученные полиуретановые заливочные компаунды не уступают по свойствам зарубежным аналогам, обладая более низкой стоимостью.

1. Игнатьев В.А. Полиуретановый заливочный компаунд сложноэфирной природы / В.А.Игнатьев, В.А.Данилов, М.В.Кузьмин, О.А.Колямшин, Н.Е.Темникова, И.И.Бойко // Вестник Технологического университета. 2016. Т.19. №15. С. 64-66.

ОЧИСТКА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХЕЛАТНЫХ КАТИОНИТОВ

Чинь Н.К., Конькова Т.В.

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
125480, Россия, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д.20;
kontat@list.ru*

Ключевые слова: фосфорная кислота, аминофосфоновая смола, сульфо-фосфоновая смола.

Фосфорная кислота, полученная при переработке фосфатного сырья минеральными кислотами, содержит значительно количество катионных примесей, в том числе присутствие ионов железа и алюминия отрицательно влияет на качество кислоты. Поиск сорбентов для очистки фосфорной кислоты от этих примесей является актуальной задачей и являлось целью представленной работы.

В данной работе описывается сорбционная очистка фосфорной кислоты от ионов железа и алюминия с использованием хелатных катионитов - аминофосфоновой смолы MTS9500, сульфо-фосфоновой смолы MTS9570 в статическом режиме в зависимости pH раствора, соотношения Т/Ж и концентрации кислоты. Полученные результаты представлены на рис. 1.

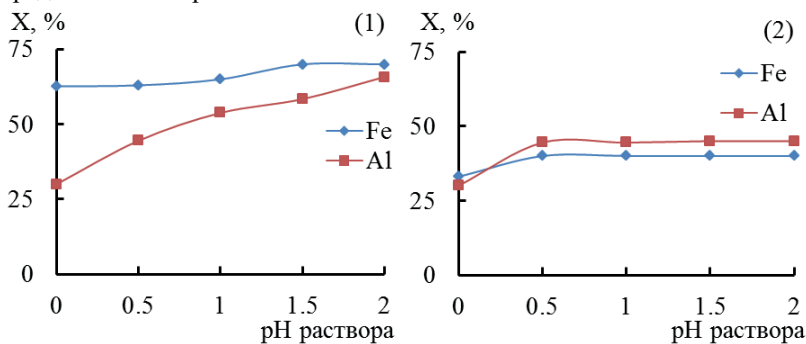


Рис. 1. Степень извлечения железа и алюминия на смолах при разных pH раствора: (1) - на смоле MTS 9500; (2) - на смоле MTS 9570.

Результаты показывают, что в интервале pH до 2 сорбция ионов железа постоянна. В сильноокислых растворах смола, содержащая аминофосфоновую группу сильнее сорбирует Fe^{3+} , чем Al^{3+} . Наряду с увеличением pH раствора, по-видимому, смола MTS9500 способствует

сорбцию алюминия, вероятно, на амфолите происходит сорбцию по катионообменному механизму и даже частично по анионообменному механизму. В то время как, на сильнокислой смоле MTS9570 нет обмена по анионообменному механизму и степень извлечения ионов железа и алюминия на этой смоле практически одинакова.

Прочность комплексов фосфата железа и алюминия существенно зависит от концентрации фосфорной кислоты. В таб. 1 представлены результаты исследований влияния концентрации кислоты и соотношения твердой и жидкой фаз.

Табл. 1. Сорбция ионов железа и алюминия из раствора фосфорной кислоты с концентрацией 2,5М и 5М при разных соотношении Т/Ж.

Т/Ж	Степень извлечения элементов, %							
	5М H ₃ PO ₄				2,5М H ₃ PO ₄			
	MTS 9500		MTS 9570		MTS 9500		MTS 9570	
	Fe ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
1/10	62,7	30,1	33,2	30,2	96,1	45,7	86,2	60,5
2/10	95,2	46,2	53,4	49,2	100,0	65,5	94,1	86,2
3/10	100,0	59,0	76,2	62,1	-	90,1	100,0	92,6
4/10	-	72,1	88,1	74,4	-	95,2	-	100,0
5/10	-	81,4	98,1	81,4	-	100,0	-	-
6/10	-	87,6	100,0	88,1	-	-	-	-

С увеличением соотношения фаз Т/Ж, а также с уменьшением концентрации кислоты степень извлечения железа и алюминия возрастает. В растворе кислоты с концентрацией 5М при соотношении сорбента к жидкости равном 3/10 достигается полное извлечение ионов железа на MTS9500, однако на MTS9570 примерно 76%. При этом соотношении степень извлечения ионов алюминия составляет порядка 60% на MTS9500 и MTS9570.

При разбавлении кислоты 2 раза ионы железа полностью сорбируются на смоле MTS9500 при соотношении сорбента и кислоты равном 2/10, в то время как полное извлечение ионов алюминия на смоле MTS9570 достигается при соотношении Т/Ж равном 4/10.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТРЕТ-БУТИЛАРЕНОВ

Шакун В.А., Нестерова Т.Н.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244; ShakyH@mail.ru

Ключевые слова: термическая стабильность, *трет*-бутилбензол, *4-трет*-бутилфенол, *4-трет*-бутилбифенил, *4-трет*-бутилдифенилоксид

Вопрос высокотемпературных превращений и термической стабильности алкилароматических углеводородов активно изучается в области процессов пиролиза, каталитического крекинга, дегидрирования, разработки компонентов масел и топлив. Информация о термической стабильности *трет*-бутил-замещенных аренов в настоящее время представлена в ограниченном объеме.

В данном исследовании нами была изучена термическая стабильность *трет*-бутилбензола (ТББ, в диапазоне 703-753 К), *4-трет*-бутилфенола (4-ТБФ, в диапазоне 673-738 К), *4-трет*-бутилбифенила (4-ТББФ, в диапазоне 703-763 К), *4-трет*-бутилдифенилоксида (4-ТБДФО, диапазон 703-763 К).

Исследование производилось термостатированием чистых веществ (99.9% масс., ГЖХ) в стеклянных капиллярах, методика описана в [1]. Количественный анализ реакционных масс выполнялся методом ГЖХ с внутренним стандартом, качественный – методом ГХ-МС и направленного синтеза. Анализ констант скорости деструкции «*трет*-бутиларен → продукты» (рис. 1) был выполнен линейным МНК по модели «первого» порядка. На основании экспериментальных констант скорости деструкции установлено, что в диапазоне температур исследования термическая стабильность возрастает в ряду «4-ТБФ → ТББ → 4-ТБДФО → 4-ТББФ».

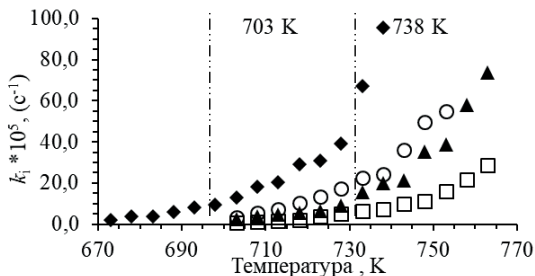


Рис. 1. Константы скорости реакции «*трет*-бутиларен → продукты»: (◆) 4-ТБФ, (○) 4-ТББ, (▲) 4-ТБДФО, (□) 4-ТББФ

Для каждого соединения на основе экспериментальных значений констант скорости деструкции были рассчитаны параметры уравнения Аррениуса (табл. 1)

Таблица 1

Параметры уравнения Аррениуса термической деструкции исследуемых *трет*-бутиларенов

Соединение	$k_0, \text{с}^{-1}$	$E_a, \text{кДж/моль}$
ТББ	$10^{13.5 \pm 0.6}$	241.2 ± 8.6
4-ТБФ	$10^{12.9 \pm 0.5}$	225.4 ± 6.9
4-ТББФ	$10^{14.6 \pm 0.6}$	265.4 ± 8.3
4-ТБДФО	$10^{14.3 \pm 0.5}$	254.5 ± 7.0

Впервые экспериментально установлено, что в условиях термолиза, в отсутствие инициаторов и катализаторов, в диапазоне 673-763 К ведущим превращением моно-*трет*-бутиларенов является изомеризация в изобутиларен, который является основным источником дальнейших продуктов распада. Предложен механизм данного превращения (рис. 2):

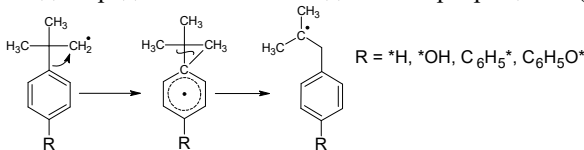


Рис. 2. Механизм термической изомеризации *трет*-бутиларенов

С учетом информации о составе реакционных масс термолиза, вновь полученной в результате идентификации, предложена кинетическая модель термической деструкции, сформированная на основе единого подхода к превращениям *трет*-бутильного заместителя в диапазоне 673-763 К, которая адекватно описывает распад всех изученных трет-бутиларенов. Общие направления распада для всех четырех структур показаны на схеме (рис. 3):

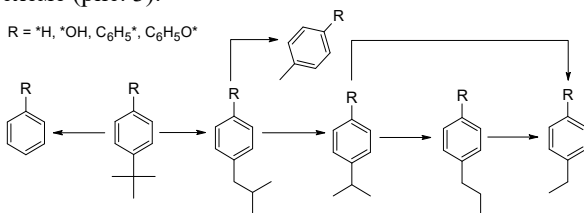


Рис. 3. Общие направления термических превращений *трет*-бутиларенов

Полученные сведения могут быть применены при создании перспективных стабилизаторов и ингибиторов, а также для разработки метода селективного получения изобутиларенов.

1. Шакун В.А., Нестерова Т.Н., Таразанов С.В., Спиридонов С.А. // Журнал физической химии. 2019. Т. 93. №11 С. 1-8.

ТЕРМОРЕЗИСТИВНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ $Y(Ba_{1-x}Ba_x)_2Cu_3O_{7-d}$

**Шапиев Г.Ш., Гаджимагомедов С.Х.,
Палчаев Д.К., Мурлиева Ж.Х., Сайпулаев П.М.**

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет имени»,
367000, Россия, г. Махачкала, Россия;
shguseyn@mail.ru*

Ключевые слова: полупроводники, керамика, технологическое замещение, спекание и свойства.

Методом твёрдофазного спекания [1], получены терморезистивные керамические материалы составов $Y(Ba_{1-x}Ba_x)_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=0\div 0,2$), пригодные для создания терморезисторов. Керамики спекались в 3 этапа (950°C, 970°C и 980°C) в течение 20 часов (рис. 1а). После каждого этапа проводили измерения (рис. 1б) истинной плотности керамики γ методом гидростатического взвешивания.

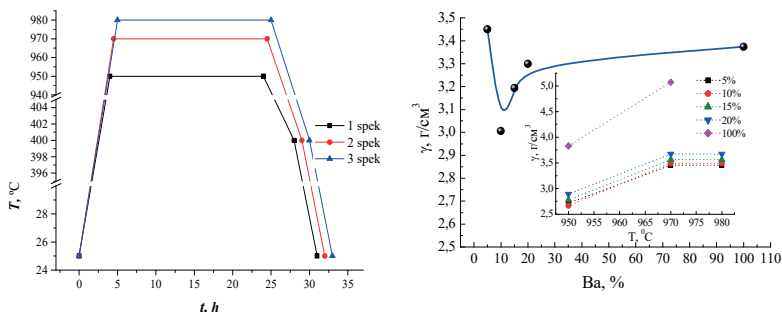


Рисунок 1. Режимы спекания и зависимость γ исходных сырцов от содержания (в %) Ва (на вставке – γ от температуры спекания).

Наблюдаем тенденцию повышения γ с ростом содержания бария (рис. 1б, вставка). Кроме того, с ростом содержания Ва, оптимальная температура спекания понижается.

Работа была поддержана грантом «УМНИК» №14045ГУ/2019

1. Шапиев Г.Ш., Рабаданова А.Э., Гаджимагомедов С.Х. // Перспектива – 2019. Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Нальчик, 2019, с. 129-131.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВИНИЛХЛОРИДА КРЕКИНГОМ 1,2-ДИХЛОРЕТАНА

Шаповалова К.К., Зотов Ю.Л.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, 28;
k-yamail@yandex.ru*

Ключевые слова: винилхлорид, 1,2-дихлорэтан, крекинг, инициатор

Винилхлорид является одним из наиболее крупнотоннажных продуктов органического синтеза. Основной объем всего выпускаемого хлористого винила направляется на производство поливинилхлорида – важнейшего термопластичного полимера, имеющего широкие области применения: строительство, упаковочные материалы, медицина и др [1].

Основным промышленным способом получения винилхлорида является термический крекинг 1,2-дихлорэтана. Данный процесс протекает непрерывно в трубчатых печах при высоких температурах.

Температура крекинга, превышающая 500 °С, способствует образованию большого числа побочных продуктов (этилена, аллена, ацетилен, дивинила, винилацетилена, метилхлорида, этилхлорида, метиленхлорида, трихлорэтилена, бензола, хлоропрена, и др). Присутствие непредельных примесей в винилхлориде крайне нежелательно, поскольку они являются сильнейшими ингибиторами полимеризации.

С целью снижения температуры крекинга при сохранении высокой скорости процесса, было предложено [2] применение инициатора – хлористого водорода в концентрации 500 ppm. Инициатор растворяют в 1,2-ДХЭ на стадии подготовки сырья в инжекционном смесителе с винтовой вставкой.

Нами проведено экспериментальное изучение крекинга 1,2-ДХЭ в присутствии хлористого водорода и показано снижение температуры крекинга на выходе из печи с 510-520 °С до 480-485 °С, а также установлено, что происходит сокращение количества побочных продуктов при увеличении конверсии по сравнению с чисто термическим процессом на 11 %.

1. Флид, М. Р. Винилхлорид: химия и технология. В 2-х кн. Кн. 1 / М. Р. Флид, Ю. А. Треггер. – М.: Калвис, 2008. – 584 с.

2. Пат. 2256642 РФ, МПК С 07 С 17/25 ; С 07 С 21/06. Способ получения винилхлорида / О. Н. Митрофанова, А. В. Селезнев, Р. Г. Мубараков. – Заявл. 10.12.2003; опубл. 10.07.2005.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРРОЛО[3,4-С]ПИРИДИНОВ

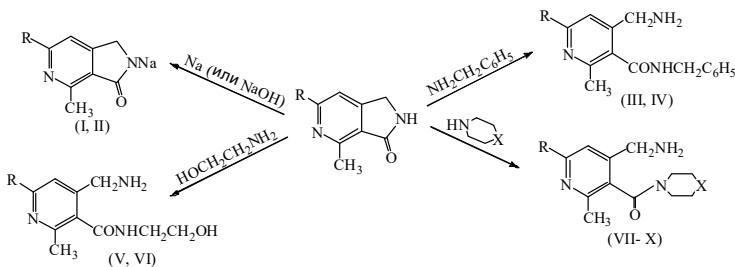
Шатирова М.И., Алиева Ш.К., Нагиева Ш.Ф.

*Институт Полимерных Материалов НАНА
AZ5004, Азербайджанская Республика, г. Сумгаит, ул. С. Вургуня, 124
mshatirova@mail.ru*

Ключевые слова: пирроло[3,4-с]пиридин, пиридин

Производные никотиновой кислоты являются перспективными синтонами для их дальнейшей химической модификации. В частности, показано, что на основе пирролопиридинового производного никотиновой кислоты в зависимости от природы нуклеофилов, можно легко синтезировать ранее неизвестные производные, содержащие различные функциональные фармакофорные группы.

С целью получения новых практически полезных производных никотиновой кислоты, в данной работе изучены химические превращения синтезированных ранее нами пирроло[3,4-с]-пиридин-3-онов. В частности, установлено, что благодаря присутствию в молекуле активного реакционноспособного N-H центра 1,2-дигидро-3Н-пирроло[3,4-с]-пиридин-3-оны при взаимодействии с металлическим натрием (или NaOH) приводит к образованию натрий производных. Реакция 1,2-дигидро-3Н-пирроло[3,4-с]-пиридин-3-онов с первичными и вторичными аминами протекают с раскрытием пиррольного кольца с образованием соединений (I-X) по следующей схеме:



Состав и строение синтезированных соединений подтверждены на основании данных элементного анализа, ИК- и ЯМР ¹H-спектроскопии.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ КАРБАЗОИЛМЕТИЛПИРАЗОЛИНОВ

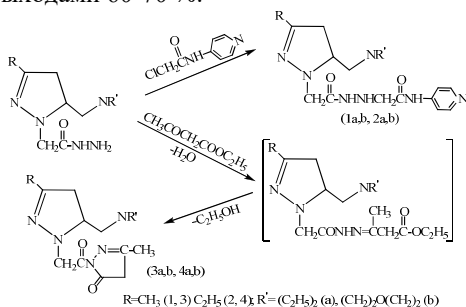
Шатирова М.И., Караева А.Р., Рагимова С.Ш.

*Институт Полимерных Материалов НАНА
AZ5004, Азербайджанская Республика, г. Сумгаит, ул. С. Вургуна, 124;
mshatirova@mail.ru*

Ключевые слова: пиразол, пиразолин

Ядра пиразола и пиразолина содержатся во многих природных соединениях. Поэтому синтез этих классических соединений и изучение их важных свойств имеет особое значение. Известно, что ядро пиразола и пиразолина встречается в молекулах многих природных веществ. Экспериментально установлено, что производные пиразола обладают широким спектром биологической активности и используются как лекарственные препараты в медицине. Поэтому синтез этого класса соединений и изучение их практических свойств имеет особое значение.

В настоящей работе с целью получения новых производных пиразола, в частности пиразолина, была изучена модификация функционально замещенных карбазоилметилпиразолинов с дикарбонильными веществами – α -галогенкетонами и этиловым эфиром ацетоуксусной кислоты. Реакцию проводили в спиртовой среде при эквимольных соотношениях реагентов. Установлено, что реакция с α -галогенкетонами протекает с образованием 2-(2-пиразолиноацетил)гидразинил-N-(никотинамидоил)ацетамида (1a,b, 2a,b), а с этиловым эфиром ацетоуксусной кислоты с образованием 3-метил-1-(2-пиразолиноацетил)-1Н-пиразол-5-она (3a,b, 4a,b) с выходами 60-70 %:



Состав и строение полученных соединений (1a,b-4a,b) подтверждены данными элементного анализа, ИК и ПМР-спектроскопии.

КОНДЕНСАЦИЯ ФУРФУРОЛА С НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ КЕТОНАМИ

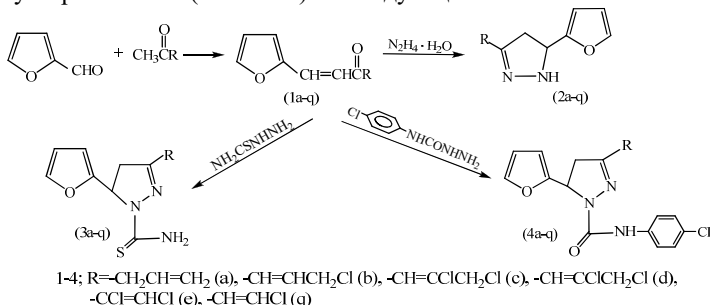
Шатинова М.И., Караева А.Р., Нагиева Ш.Ф., Гаджиева Л.Й.

*Институт Полимерных Материалов НАНА
AZ5004, Азербайджанская Республика, г. Сумгаит, ул. С. Вургуня, 124;
mshatirova@mail.ru*

Ключевые слова: фурфурол

Замещённые фураны находят широкое применение в синтезе природных веществ и соединений, проявляющих широкий спектр биологической активности. Наряду с важными биологическими и фармакологическими свойствами, они также предоставляют широкие возможности для дальнейших превращений, в том числе в синтезе карбо- и гетероциклических соединений. Преимуществом таких синтезов являются доступность исходных соединений, а именно простейших производных фурана. Поэтому фурфурил-, арил(алкил)кетоны, содержащие фурановый цикл и карбонильную группу, представляют интерес для синтеза на их основе новых систем.

В связи с вышеизложенным, в настоящей работе представлен метод синтеза непредельных кетонов фуранового ряда и изучены их некоторые химические превращения. Показано, что на основе реакции конденсации фурфурола с непредельными кетонами образуются соответствующие кетоны фуранового ряда, которые в дальнейшем при их взаимодействии с гидразингидратом, тиосемикарбазидом и N-(4-хлорфенил)семикарбазидом в присутствии алкоголята натрия приводит к синтезу пираза-линов (1a-в-3a-в) по следующей схеме:



Состав и структура синтезированных соединений (1a-e-3a-e) установлены на основании данных элементного анализа, ИК- и ЯМР спектров.

СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПИРОЛО[3,4-С] ПИРИДИНОВ

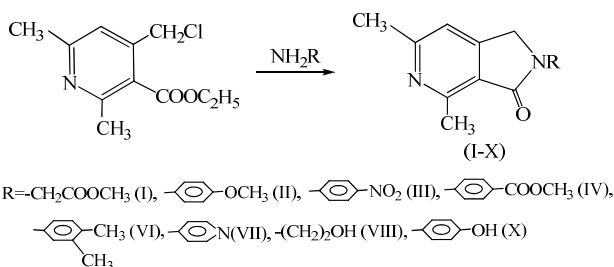
Шатирова М.И., Алиева Ш.К., Гаджиева Л.Й.

*Институт Полимерных Материалов НАНА
AZ5004, Азербайджанская Республика, г. Сумгаит, ул. С. Вургуна, 124;
mshatirova@mail.ru*

Ключевые слова: пирроло[3,4-с]пиридин

Как известно пиридин-3-карбоновая кислота и ее производные имеют большую практическую значимость и находят широкое применение в медицине в качестве таких лекарственных препаратов, как кордиамин, никодин, витамин РР и т.д., а также они играют чрезвычайно важную роль в биосинтезе никотинамидных коферментов.

В связи с этим представляет интерес синтез новых производных пиридин-3-карбоновой кислоты с практически ценными свойствами. Показано, что эфиры 6-алкил(арил)замещенных-4-хлорметилкарбозоксиникотинатов в отличие от вторичных аминов в условиях Вильямсона (кипячением в среде абсолютного метилового спирта) при взаимодействии с первичными аминами подвергаются конденсации от реакционноспособной хлорметильной и карбоксилатной группы и приводит к образованию соответствующих 1,2-дигидро-3Н-пирроло[3,4-с]-пиридин-3-онов (I-X).



Во время реакции для связывания, выделившегося HCl был использован триэтиламин – K₂CO₃. В этих условиях реакция протекает при 30–35°C в течении 5 ч и приводит к соединениям (I-X) с выходами 70–75 %.

Состав и строение производных никотиновых кислот (I-X) были установлены на основании данных элементного анализа, ИК и ЯМР ¹H спектроскопии.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРАКЦИОННОГО ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНОКИСЛОГО РАСТВОРА ЛАНТАНА

**Шиманец А.С., Богатырева Е.В.¹, Семенов А.А., Кулагин Б.Р.,
Пудовкина Г.И.²**

¹*Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС», 119991, Россия, г. Москва, Ленинский пр-т, 4;*

²*Экспериментальное производство ООО «ЛИТ», 141090, Россия,
Московская область, г. Королев, мкрн. Юбилейный, ул. Пионерская, 1/4
sasha.shimanecz@mail.ru*

Ключевые слова: РЗЭ, экстракция, азотнокислый раствор лантана

Рост потребления редкоземельных элементов (РЗЭ) связан с развитием высокотехнологичных отраслей промышленности и появлением новых сфер их применения.

Основные области применения РЗЭ – оптика (изготовление высококачественных линз для объективов и волоконнооптических материалов), нефтехимическая промышленность (катализаторы крекинга нефти), лазеры, люминофоры [1].

В связи с переходом крупнейших нефтяных компаний на производство высококачественных моторных топлив, соответствующих мировому экологическому стандарту «Евро–5», в настоящий момент разрабатываются и внедряются инновационные цеолитсодержащие катализаторы, модифицированные катионами лантана [2]. В частности, АО «Газпромнефть–ОНПЗ» активно использует азотнокислый раствор лантана экспериментального производства ООО «ЛИТ» для крекинга и гидрокрекинга нефти.

Технология получения азотнокислого раствора лантана реализована на экспериментальном производстве ООО «ЛИТ» осадительным способом, который характеризуется высокими трудозатратами и материалоемкостью, что вызывает необходимость его модернизации. Альтернативой осадительному методу представляется экстракционный вариант очистки. Однако это требует подтверждения, что и стало целью настоящей работы.

В работе экспериментальным путем построены изотермы экстракции La для каждого из растворов (см. рисунок 1), из результатов анализа которых следует, что для достижения степени извлечения $La \geq 99,9\%$ при числе теоретических ступеней $(n) \geq 12$ и отношении органической фазы к водной $(\alpha) \leq 3$ (технологический режим, удовлетворяющий требованиям ООО «ЛИТ») степень насыщения экстрагента по La_2O_3 должна составлять $\sim 85\%$.

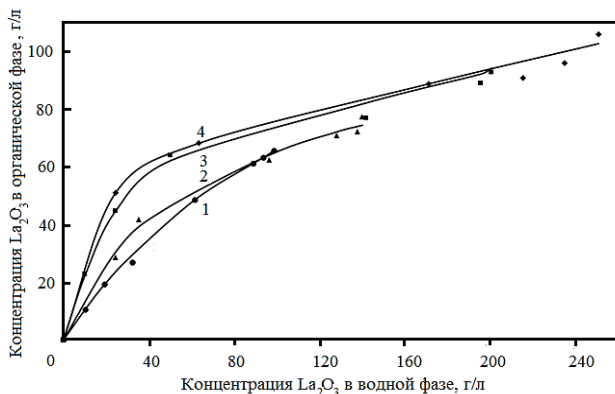


Рисунок 1 – Изотермы экстракции La 75 об.% ТБФ при различных концентрациях La_2O_3 в исходном растворе

В дальнейшем, было выяснено, что для получения в процессе реэкстракции азотнокислого раствора лантана с требуемой концентрацией La необходимо предварительное двукратное упаривание исходного раствора (до концентрации $La_2O_3 \geq 200$ г/л) перед проведением экстракции.

На основании результатов настоящей работы установлена возможность экстракционного получения азотнокислого раствора лантана из полупродукционного La-содержащего раствора и рекомендованы технологические режимы проведения процессов экстракции ($n = 6$) и реэкстракции ($n = 9$).

Эффективность технологии экстракционного получения азотнокислого раствора лантана определена расчетом относительной затратности по двум вариантам: с применением экстракционного метода и без использования данного метода.

Таким образом, процесс получения азотнокислого раствора лантана с применением осадительного метода очистки характеризуется более высокими эксплуатационными затратами (трудозатратами и расходом реагентов), и следовательно, показателями затратности, по сравнению с предлагаемой схемой получения азотнокислого раствора лантана.

1. Наумов А.В. Обзор мирового рынка редкоземельных металлов // *Металлургия редких и благородных металлов / Известия вузов. Цветная металлургия.* 2008 г. № 1.

2. Разработка новых отечественных катализаторов глубокой гидропереработки вакуумного газойля / М.О. Казаков, К.А. Надеина, О.В. Климов и др. // *Перспективные катализаторы и технологии.* – 2016. – № 6.

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ZSM-5 В ОБЛАГОРАЖИВАНИИ ПРЯМОГОННОЙ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ.

Ширинова С.М.

*Нахичеванский Государственный Университет, Азербайджан
sabitmamedov51@mail.ru*

Ключевые слова: цеолит ZSM-5, модифицирование, высокооктановый бензин.

Для производства моторных бензинов повышенной экологической чистоты, необходимо уменьшение содержания в них ароматических углеводородов и увеличение изопарафиновых углеводородов, что может быть достигнуто применением бифункциональных катализаторов, на основе высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5.

В связи с этим целью настоящей работы стало изучение влияния природы и концентрации Fe и Cu на каталитические свойства цеолита ZSM-5 в процессе превращения прямогонной бензиновой фракции.

Для приготовления катализаторов использовали цеолит ZSM-5 с $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 33$. Катализаторы готовили методом пропитки с использованием растворов нитратов Cu и Fe, грануляции со связующим в расчете на 25,0 мас% катализатора. Количество введенного модификатора составляло 1,0-3,0 мас%. Превращение прямогонной бензиновой фракции исследовали на установке проточного типа со стационарным слоем, при температуре 350-430°C с объемной скоростью 2ч⁻¹. В качестве сырья использовали прямогонную бензиновую фракцию состава (мас%): парафиновые – 28.3: изопарафиновые – 29.5: нафтеновые – 33.4: ароматические – 8.8: октановое число по ИМ – 58.

Модифицирование HZSM-5 Cu и Fe приводит к увеличению содержания в катализате высокооктановых компонентов – изопарафиновых и ароматических углеводородов. Катализаторы модифицированные медью проявляют более высокую изомеризирующую активность. При 380 °C в присутствии 2% Cu-HZSM-5 и 2% Fe-HZSM-5 содержание изопарафиновых углеводородов возрастает соответственно до 37.6 мас% и 35.3 мас%. Однако катализаторы модифицированные железом проявляют более высокую ароматизирующую активность. Увеличение температуры реакции и содержание модификаторов в цеолите до 3.0 мас% приводит к возрастанию содержания ароматических углеводородов. Таким образом, среди исследуемых катализаторов оптимальным оказался катализатор состава 2% Cu-HZSM-5, который позволяет при 380°C получать бензин с октановым числом, равным 85 и выходом жидкого катализата 74.5%.

СЕКЦИЯ 5

*Химико-технологическое и
экологическое образование*

ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Абрамова А.Е., Зырянова О.В.

*ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет",
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2
Anny-happy@mail.ru*

Ключевые слова: научно-исследовательская работа, химическая технология

За последние годы в университетах наметилась тенденция на популяризацию научно-исследовательской деятельности среди студентов. Сейчас всё больше и больше наукой занимаются не только магистранты, в чьей выпускной квалификационной работе для успешной защиты должна присутствовать научно-исследовательская часть, но также студенты, обучающиеся по программам бакалавриата и специалитета.

Научная деятельность является мощным толчком для саморазвития студентов. Для того чтобы продвигаться в выбранной теме студент начинает больше читать учебников, научных статей как на русском, так и на иностранных языках, в это время у него вырабатываются усидчивость, целеустремлённость, нацеленность на результат. Студент должен рассматривать свою тему с разных сторон, поэтому он ищет дополнительную информацию, расширяя свой научный кругозор и выходя за рамки учебной программы.

Помимо этого, научно-исследовательская деятельность - это поле для творчества. Для студентов химико-технологического профиля научная деятельность связана с поиском новых технологических решений и разработкой новых продуктов. Находясь в поисках того, что может помочь производству и улучшить его, студенты осваивают такие компетенции, как например, критическое мышление – изучая разработки других учёных, студенты анализируют информацию, делают собственные выводы и предположения о том, что сработает это или нет в их конкретной ситуации, делают логически правильные суждения, формируют и проверяют гипотезы, а также развивают креативное мышление. На основе всё той же информации они могут создать новый продукт или найти решение проблемы, методом проб и ошибок в научных лабораториях при университетах, студенты учатся решать задачи, не имеющие, возможно, на данный момент подходящего стандартного решения.

Любая научно-исследовательская деятельность также связана с участием в конференциях и форумах. Готовясь к этим мероприятиям, студент пишет статьи и тезисы, тем самым вырабатывая навыки логичной и грамотной письменной речи, учится чётко и доступно формулировать научную информацию. Выступая на конференциях, студент улучшает свои ораторские навыки, учится работать с аудиторией, быстро реагировать на неожиданные вопросы, быть уверенным в себе и отстаивать собственную точку зрения. Кроме того, конференции – это возможность найти единомышленников, с которыми могут быть общие научные темы, завязать с ними контакты для совместного решения научных проблем, а также найти спонсоров из числа предприятий, которые заинтересованы в разрабатываемой студентом теме и могут помочь с её реализацией.

Зачастую студенты трудятся над определённой темой не в одиночку, а с напарником или даже целой группой молодых учёных. Это позволяет развить коммуникабельность студента, его способность учитывать мнения других, а также развить в себе лидерские навыки, поддерживая, мотивируя товарищей и беря на себя ответственность за те или иные решения, при ведении совместной работы.

Работая над определённой темой, первоначально данной научным руководителем, студенты могут понять для себя, какие узкие отрасли изучаемой в университете профессии им наиболее интересны, тем самым уже осознано подойти к выбору направления магистратуры или аспирантуры с чёткой уверенностью в том, чем они будут заниматься в последующие годы.

Все навыки, приобретённые за время научно-исследовательской деятельности, без сомнения, будут полезны будущему профессионалу, не зависимо от того, будет ли он продолжать развиваться по научному профилю и останется работать в университете или научно-исследовательском центре, или же пойдёт на производство, где будет проактивным целеустремлённым сотрудником, востребованным на рынке труда.

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА ХИМИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТАХ КЛАССИЧЕСКИХ ВУЗОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА НА ФГОС ВО 3 ++

Базунова М.В.

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», 450076,
Россия, г. Уфа, улица Заки Валиди, 32; mbazunova@mail.ru*

Ключевые слова: химическая технология, профессиональные стандарты

Особенностью образовательных стандартов высшего образования нового поколения (ФГОС ВО 3++) является высокий уровень корреляции результатов освоения ОП - перечня формируемых компетенций - и требований работодателей - обобщенных трудовых функций, обозначенных в профстандартах. Реализация требований стандарта должно привести к повышению уровня взаимодействия между образовательными организациями высшего образования и рынком труда и преодолению разрыву «работодатель-вуз», позволяя актуализировать содержание подготовки бакалавров и специалистов и обеспечить уровень подготовки, позволяющий снизить период адаптации на рабочем месте.

При приёме на специальность 04.05.01–Фундаментальная и прикладная химия и направление 04.03.01 – Химия химический факультет БашГУ ведёт ориентацию на потребности Республики Башкортостан – региона с развитым химическим и нефтехимическим комплексом. На промышленных предприятиях, в фирмах и в НИИ РБ и РФ в целом имеется постоянная потребность в квалифицированных кадрах с фундаментальным химическим и химико-технологическим образованием. Об этом свидетельствуют договора о целевой подготовке и распределении молодых специалистов [1].

В перечне основных задач профессиональной деятельности выпускников стандарте ФГОС 3++ по направлению 04.03.01 – Химия представлена область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда) 26. Химическое, химико-технологическое производство. В рекомендуемых профессиональных компетенциях выпускников и индикаторы их достижения фигурирует технологический тип задач. В рекомендациях к структуре учебного плана, представленных в примерной ОП по данному направлению выделен кластер «Химическая технология и безопасность жизнедеятельности». Эти факты свидетельствуют о необходимости полноценного изучения дисциплины «Химическая технология» студентами-химиками.

1. Базунова М.В., Заманова Г.И. В книге: Проблемы современного физического образования сборник материалов IV Всероссийской научно-методической конференции, 2017, С. 224-225.

**ОПЫТ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ПАРФЮМЕРНО-
КОСМЕТИЧЕСКОЙ И СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ РГУ
ИМ. А.Н. КОСЫГИНА**

Бычкова И.Н., Кобраков К.И.

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет
им. А.Н. Косыгина (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)», 117997,
г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1;
irinik3004@yandex.ru*

Ключевые слова: химико-технологическое образование, бакалавры, магистры,
Российская парфюмерно-косметическая ассоциация, трудоустройство

Институт химических технологий и промышленной экологии РГУ им. А.Н. Косыгина является структурным подразделением Университета, объединяющим интеллектуальные, материальные, информационные ресурсы для повышения конкурентных позиций при подготовке высококвалифицированных специалистов в области химической технологии, техносферной безопасности, теплоэнергетике, упаковочного производства и смежных отраслях промышленности.

Подготовка специалистов для парфюмерно-косметической и смежных отраслей промышленности реализуется на кафедре по трехуровневой системе: бакалавриат – магистратура – подготовка кадров высшей квалификации.

В 2012 году под патронатом Российской парфюмерно-косметической ассоциации (РПКА), действительным членом которой является РГУ им. А.Н. Косыгина, кафедрой подготовлена образовательная программа «Химическая технология косметических средств, биологически активных веществ и красителей» в рамках направления 18.03.01 Химическая технология. Руководителем программы назначена директор института химических технологий и промышленной экологии, кандидат технических наук, доцент Бычкова И.Н.

После успешного выпуска бакалавров в 2016 года стала очевидной необходимость создания авторской магистерской программы «Химия и технология косметических ингредиентов и средств» (руководитель: заведующий кафедрой, доктор химических наук, профессор Кобраков К.И.), на которой обучаются магистранты с 2017 года.

Подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению 04.06.01 Химические науки (направленность «Органическая химия») эффективно ведется на кафедре с 1986 года.

С самого начала профильной подготовки основным принципом работы является тесное взаимодействие с предприятиями и ведущими специалистами отрасли.

В настоящее время можно констатировать, что за прошедшие годы сформировалась, реализуется и совершенствуется структурированная система подготовки, основными элементами которой являются:

1. Базовая и фундаментальная химическая подготовка, полученная в I-IV семестрах, развивается в авторских, оригинальных курсах, разрабатываемых преподавателями кафедры, например, таких как:

- химия биологически активных веществ
- химия парфюмерно-косметических средств,
- химия красителей и ПАВ,
- красящие вещества для косметических средств,
- синтетические косметические ингредиенты,
- химия и технология растительного сырья,
- спектральные и хроматографические методы анализа косметических ингредиентов,
- безопасность парфюмерно-косметических средств,
- основы токсикологии и другие.

2. Активное привлечение специалистов отрасли к учебному процессу, реализуемое в разнообразных доступных формах сотрудничества:

- экскурсии на предприятия и фирмы,
- учебные, производственные и преддипломные практики,
- чтение специалистами предприятий циклов лекций и проведение мастер-классов,
- выполнение выпускных квалификационных работ по тематическим заданиям предприятий, при участии сотрудников предприятий в качестве консультантов.

Эффективно и творчески кафедра сотрудничает с председателем правления РПКА, канд. биол. наук Пучковой Т.В., парфюмерным химиком Юдовым М.В., компаниями ООО «Сплат-косметика», ООО «Линкия», ООО «Загалия Парфюм РУС», ООО «РЕВАДА», АО «Свобода», ООО «Корнелиус Рус».

Деловое сотрудничество установилось с предприятиями ООО «Дина+», ООО «Organic Pharmaceutical», ООО «Королевфарм», ООО «БИГ», ООО «Avon Beauty Products Company», Центральным экспертно-

криминалистическим таможенным управлением (ЦЭКТУ), Научно-испытательным центром «Шелк» и др.

В 2019 году 45% выпускных квалификационных работ бакалавров и 60% магистерских диссертаций выполнены по тематикам, предложенным предприятиями отрасли, причем результаты трех магистерских работ, которые можно рассматривать, как Startup-проекты, приняты к производству, прошли необходимую сертификацию, и продукция поступает в торговую сеть.

В 2020 году на АО «Свобода» выполняют выпускные квалификационные работы 3 магистра и 6 бакалавров, работы выполняются также на ООО «БИГ», в ЦЭКТУ.

3. Мониторинг возможных рабочих мест для выпускников кафедры и организация работы по их трудоустройству. В настоящее время 100% бакалавров и магистров работают в парфюмерно-косметической или смежных отраслях промышленности или продолжают обучение в магистратуре и аспирантуре.

Студенты, обучающиеся на кафедре, активно и успешно участвуют в различных конкурсах, научно-технических конференциях и прочих мероприятиях. Так, на конкурсе молодых ученых в рамках Международной конференции «Косметика: взгляд в будущее» в 2019 году студент кафедры занял 1-е место, в 2020 году студенты заняли 1-е и 3-е места. В 2019г студенты приняли участие в первом конкурсе «SPLAT GLOBAL» Ltd и заняли первое место в одном из стримов. Значимость научных исследований подтверждается публикациями в рейтинговых научных, научно-технических журналах и зарубежных изданиях.

Кафедра органической химии РГУ им. А.Н. Косыгина, осознавая всю важность и необходимость популяризации химического образования, тесно работает со школьниками, участвуя в правительственном проекте «Университетские субботы», реализуемого при поддержке Департамента образования г. Москвы, и проекте Национального центра профессиональной ориентации – профориентационный лагерь «Университет Мечты».

Таким образом, многоступенчатость и непрерывность профессионального развития обучающихся на кафедре органической химии позволяет при необходимости внесение на каждом квалификационном уровне изменений с учетом требований работодателей с целью подготовки востребованных специалистов для парфюмерно-косметической или смежных отраслей промышленности.

СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Евсюкова Н.В., Цицинова А.Ю., Бокова Е.С.

*ФГБОУ ВО Российский государственный университет им. А.Н.
Косыгина, 115035, Россия, г. Москва, ул. Садовническая, д.33, стр.1
ev.natali@mail.ru*

Ключевые слова: парадигма образования, дисциплины технологической направленности, педагогические технологии, мультимедийные технологии.

Сегодня в Российской Высшей школе внедрен и активно реализуется компетентностный подход, который нацелен на формирование у человека потребностей в постоянном обновлении знаний, совершенствование умений, приобретение практико-ориентированных навыков и профессиональных качеств, необходимых для дальнейшей трудовой деятельности. Для реализации такого подхода необходим иной педагогический менталитет и внедрение в учебный процесс новых педагогических технологий.

Необходимость применения инновационных подходов в образовании очевидна - традиционная подача материала в виде устных лекций и семинаров устарела, не позволяют достичь необходимых результатов обучения, и сформировать требуемый набор универсальных и профессиональных компетенций [1].

Огромные возможности внедрения новых педагогических технологий связаны с всеобщей цифровизацией и повсеместным внедрением во все сферы жизнедеятельности компьютерных технологий.

Компьютерными технологиями в обучении сегодня называют технологии, использующие все многообразие специальных технических информационных средств (ЭВМ, аудио, кино, видео). Такой симбиоз средств визуализации может быть использован на всех этапах образовательного процесса, начиная с изложения теоретического материала, его закрепления и повторения, вплоть до текущего, промежуточного и итогового контроля знаний и степени усвоения пройденного материала. Важным аргументом в пользу использования компьютерных технологий является возможность как аудиторного, так и дистанционного освоения материала [2].

В РГУ им. А.Н. Косыгина в рамках выпускной квалификационной работы, выполненной магистрантом в ходе освоения магистерской программы педагогической направленности, разработан курс лекций с использованием мультимедийного сопровождения для изучения дисциплины «Технологии производства полимерных материалов по

видам». В работе подготовлены 4 интерактивные лекции по производству пленок, искусственных кож, картонов и материалов для низа обуви.

Учитывая общие принципы реализации любой технологии, в основе которой, последовательное воздействие на исходное сырье через реализацию ряда технологических операций, направленных на производство конечной продукции с определенным комплексом свойств, каждая из лекций выстроена по строго определенному шаблону с применением «цитаты стиля».

Важным элементом лекций является применение единой шрифтовой и цветовой подачи, а также инфографики для изображения блок – схем и технологических схем производства; объединение информационно емкого материала по сырью, рецептурам, параметрам технологического процесса и свойствам готовых материалов в таблицы; включение в каждую из лекций видео роликов работы конкретного оборудования, поточной линии, участка, цеха или «виртуальной экскурсии» по предприятию.

С учетом психологии восприятия и концентрации внимания были выбраны шаблоны презентаций с минимальной графической нагрузкой. В качестве цветового решения рассматривалась стандартная встроенная палитра цветов, в рамках которой подбор цвета вели в предпочтении спокойных тонов голубого, зеленого и серого. Разработанные презентации предусматривали использование гиперссылок, позволяющих осуществлять быстрый переход в любой блок лекции и в зависимости от уровня подготовленности и мотивации контингента, по-разному выстраивать траекторию подаваемого материала.

Каждый блок отдельно взятой лекции заканчивался вопросами по пройденному материалу, что позволяло переключить студента с одной работы на другую и активизировать внимание. Ответы на вопросы помогали преподавателю определять степень освоения материала и необходимость повторения наиболее сложных вопросов.

Апробация разработанного курса лекций на студентах бакалавриата направления Химическая технологий, показала большую заинтересованность и рост мотивации слушателей к освоению предмета. Довольно высокая текущая оценка знаний по результатам пройденного материала позволяет говорить о необходимости и целесообразности внедрения предложенной концепции для разработки аналогичных лекций технологического профиля.

1. Голованова Н.Ф., Педагогика. Учебник для студентов высшего профессионального образования — Издательство Academia, 2013. — 240 с.

2. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии, Учебное пособие. М.: Народное образование, 1998. 256 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б.

*Тверской государственный технический университет
170023, Россия, г. Тверь, наб. А.Никитина, д. 22;
e-mail: zbfu@yandex.ru*

Ключевые слова: адсорбция, напряженно-деформированное состояние.

По мере накопления научной информации о деформационных процессах в полидисперсных средах формируются новые условия в сфере разработки прогнозирования эффектов, связанных с варьированием концентрационно зависимого напряженно-деформационного состояния структурированных сред в природных объектах, что служит выработке эффективных подходов в решении практических задач экологии и других сфер, где функциональные особенности природных или искусственных композиций имеют сложный характер. Нами разрабатываются методы оценки качественных и количественных сторон нелинейных и экстремальных явлений (*дистортности*) в процессах сорбции-десорбции микрокомпонентов [1]. Уравнение изотермы адсорбции из газа на твердом адсорбенте, содержащем фиксированные адсорбционные центры, на которых и происходит закрепление молекул адсорбируемого вещества, представляет собой широко известное уравнение Ленгмюра, характеризующего изменение процесса взаимодействия структурных систем в приведенной системе оценки в относительных параметрах, может служить функция вида

$$Y = kX / [1 + (k - 1)X],$$

где X – переменная функция, отражающая режимный параметр; k – функциональный параметр, влияющий на изменение нелинейности процесса $k = \operatorname{tg} \theta$; θ – угол касательной к кривой адсорбции в начальной точке координат (аналогичен углу смачивания). Данная функция является приведенной формой уравнения изотермы адсорбции. На рис. 1 приведены характерные модельные кривых адсорбции при $k > 1$.

Параметр k непосредственно связан с нелинейностью уравнения Ленгмюра – кривой адсорбции. Исходя из решения системы уравнений

$$Y = kX / [1 + (k - 1)X],$$

$$Y = 1 - X,$$

критериальное уравнение оценки нелинейности будет иметь вид

$$(k - 1)X_1^2 + 2X_1 - 1 = 0.$$

Откуда получаем окончательно решение относительно показателя уровня нелинейности: $X_A = (\sqrt{k} - 1)/(k - 1) = 1/(\sqrt{k} + 1)$.

На основании того, что уровень нелинейности модельной кривой адсорбции характеризуется положением критериальной точки A , преобразуем уравнение Ленгмюра путем подстановки $X_A = X$, тогда получим выражение $\bar{Y} = \sqrt{k}/(1 + \sqrt{k}) = 1/(1 + 1/\sqrt{k})$.

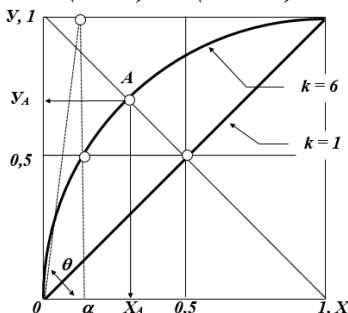


Рис. 1. Модельные зависимости приведенной кривой адсорбции

Полученное выражение соответствует параметру напряженно-деформированного состояния при $\bar{\Pi}_k = \sqrt{k}$ [1].

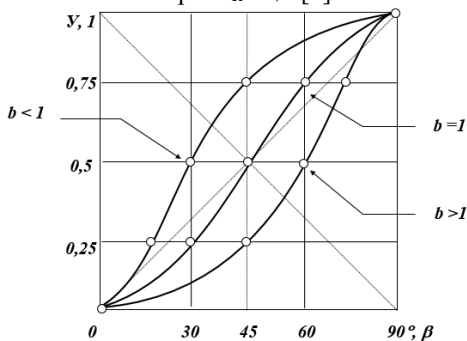


Рис. 2. Семейство уравнений НДС

На рис. 2 показано семейство кривых напряженно-деформированного состояния в относительных параметрах отображения в виде функции $Y=f(\arctg \Pi_k)=f(\beta)$. Базовому уравнению НДС соответствует функция при $b=1$. При $b<1$ кривые НДС смещаются в область повышенной интенсивности адсорбции, а при $b>1$ – в область пониженной интенсивности.

1. Зюзин Б.Ф., Миронов В.А. Дистортность – естественно-научная теория. Тверь: ТвГТУ, 2019. 176 с.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ДУОСОЛ-ПРОЦЕССЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОСТАТОЧНЫХ МАСЕЛ

Карибов Т.Т.¹, Зотов Ю.Л.¹, Фомин О.А.², Степанов П.В.²

¹ВолГТУ «Волгоградский государственный технический университет»,
Россия, г. Волгоград, 400005, пр. им. Ленина, 28;

²ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка», Россия, г. Волгоград,
400029, ул. 40 лет ВЛКСМ, 55;
turankaribov@mail.ru

Ключевые слова: дуосол, очистка парными растворителями, гудрон, селекто, деасфальтизация, экстракция, экстракт, рафинат.

После переработки нефти на АВТ остается гудрон, в котором содержатся большое количество смол, асфальтенов, полициклических ароматических углеводородов и гетероатомных соединений. При производстве остаточных масел эти компоненты ухудшают их показатели качества: снижают индекс вязкости, стабильность к окислению и повышают коксуемость. Дуосол-процесс совмещает одновременно деасфальтизацию и селективную очистку парными растворителями. Один из растворителей - жидкий пропан - извлекает ценные компоненты масла из гудрона, другой - смесь фенола и крезола (селекто) - хорошо растворяет нежелательные компоненты [1].

Существенным недостатком является высокая токсичность фенола и трикрезола (ПДКр.з. равны 0,3 мг/м³ и 0,5 мг/м³ соответственно). В дуосол-процессе существенное количество фенола теряется вместе с легким маслом и фенольной водой, что ухудшает экологические показатели процесса [2].

Предлагается вариант интенсификации дуосол-процесса, путем внесения изменений на блоке обезвоживания селекто и водный контур для снижения потерь фенола с водой.

Предлагаемая схема позволяет снизить потери фенола с легким маслом до 3 раз и с водой более чем в 4 раза, улучшив экологические показатели дуосол процесса. Вместе с этим снижается расход растворителей селекто на процесс и улучшается качество готового продукта.

1. Капустин, В. М. Технология переработки нефти. В 4 ч. Ч. 3. Производство нефтяных смазочных материалов: учеб. пособие / В. М. Капустин, Б. П. Тонконогов, И. Г. Фукс. – Москва: Химия, 2014. – 328 с.

2. Вредные вещества в промышленности. В 3 т. Т 1. Органические вещества. Справочник для химиков, инженеров и врачей / под ред. Н. В. Лазарева и Э. Н. Левиной. – 7-е, перераб. и доп. – Ленинград: Химия, 1976. – 592 с.

ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Константинова Т.Г., Мухортова Л.И., Липин К.В.

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
takonst@inbox.ru*

Ключевые слова: технологическая практика, химическая технология

В настоящее время общепризнанным при подготовке инженерных кадров является то, что усвоение только определенной суммы знаний, основанной на преподавании учебных дисциплин, является явно недостаточным. Высшее образование становится практико-ориентированным, и реализация компетентностного подхода предполагает, что выпускник должен обладать не только знаниями и умениями, но и сформированными профессиональными компетенциями [1].

В этой связи необходимо рациональное сочетание теоретических знаний с умением грамотно решать производственные задачи. С этой целью учебным планом подготовки бакалавров по химической технологии предусмотрены шесть видов практик. Все виды практик ориентированы на адаптацию будущих специалистов к производству способствуют получению опыта и навыков в квалифицированном обслуживании сложных технологических линий.

Практики отличаются по объему и сложности решаемых задач, степени подготовленности студента к их выполнению и несмотря на существенные различия, практическая подготовка студентов имеет общие подходы. Производственные практики стимулирует первоначальный профессиональный интерес студентов к выбранной деятельности, помогают утвердиться в правильности своего выбора, нацеливают на более серьезное и глубокое, изучение предметов общепрофессионального и специального циклов.

Особенностью производственной технологической практики является необходимость наличия у студента теоретической подготовки не только по фундаментальным, но и технологическим специальным дисциплинам, а также по основам расчета и проектирования основного и вспомогательного оборудования.

Технологическая производственная практика имеет важное значение для обеспечения единства теоретической и практической подготовки будущих бакалавров. Практика может обеспечить становление профессиональных компетенций будущего бакалавра,

закрепить знания, полученные студентами при изучении курса химической технологии и других химических дисциплин, научить студентов умению оценить промышленный объект как целостную технологическую систему.

Технологическая практика проводится на передовых предприятиях Чувашской Республики: ПАО «Химпром», Филиал ЗАО Фирма «Август» «Вурнарский завод смесевых препаратов», ГУБ «БОС», АО «Элара» и др., оснащенных современным техническим оборудованием и средствами автоматического контроля и управления. Руководителями практики от вуза назначаются опытные преподаватели, а руководителями практики от предприятия — ведущие специалисты соответствующего профиля.

В период практики студент должен изучить структуру и состав производства, как единой сложной технологической системы, овладеть новейшими прогрессивными технологиями, производственными навыками, передовыми методами труда и управления производством.

В начале практики студенты получают все необходимые материалы и документы: путевку на предприятие, программу и дневник практики, индивидуальное задание, перечень рекомендуемой литературы.

Индивидуальное задание предусматривает детальное и всестороннее изучение стадии или операции общего технологического процесса производства конкретного целевого продукта.

В рамках этого задания студенту необходимо провести поиск и систематический анализ литературных сведений научно-исследовательского характера. Наиболее подробно необходимо представить и проанализировать информацию технологического характера, которая должна отражать физико-химические основы изучаемой технологии, а также влияние на качество продукции различных факторов: состава и свойств сырья, технологического режима, устройства и принципа работы используемого оборудования.

Составление отчета является заключительным этапом работы. Отчет по результатам технологической практики должен содержать всесторонний инженерный анализ технологического и экономического уровня базового производства, выявление существующих недостатков и определение перспективных направлений по совершенствованию базовой технологии. Это позволит в дальнейшем заложить основу инженерных решений в курсовых проектах и выпускных квалификационных работах по химической технологии.

1. Приказ Минобрнауки РФ от 11.08. 2016 г. N 1005"Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата)" <http://fgosvo.ru/180301>.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ

Мухортова Л.И., Константинова Т.Г.

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;
mlimait@rambler.ru*

Ключевые слова: практико-ориентированное обучение, сотрудничество, профильное предприятие

Практико-ориентированное обучение начинает доминировать в профессиональной подготовке инженерных кадров, способных обеспечить высокие запросы работодателя к полученным в вузе профессиональным знаниям и компетенциям.

Практико-ориентированный подход в обучении позволяет решать одну из главных задач подготовки специалистов - создание условий для развития профессиональной компетентности личности, способной конкурировать на рынке труда путем взаимодействия высших учебных заведений с профильными предприятиями [1].

Подготовка инженеров-химиков-технологов на химико-фармацевтическом факультете ЧГУ имени И.Н. Ульянова начата по инициативе руководства ПАО «Химпром» в 2010 году. Выпускающая кафедра – кафедра Химической технологии и защиты окружающей среды.

За прошедшее десятилетие произошли значимые изменения в образовательном процессе, но неизменным осталось наше партнерство с ПАО «Химпром», скрепленная договором о сотрудничестве. Целью нашего сотрудничества является подготовка в соответствии с действующим образовательным стандартом ФГОС 3+ по направлению подготовки «Химическая технология» квалифицированных специалистов, обладающих теоретическими и практическими знаниями, позволяющими выпускникам быстро адаптироваться в условиях конкретного промышленного предприятия,

Сотрудничество начинается с разработки и согласования образовательных программ, учебных планов, рабочих программ дисциплин и практик. В учебный план включены профессиональные дисциплины, ориентированные на специфику производства ПАО Химпром, например, Технология пероксидов, хлора и каустика, Технология кремнийорганических веществ, Технология хлор- и фосфорорганических веществ. В связи с освоением новых и

модернизацией действующих производств систематически корректируются учебные планы, пересматриваются рабочие программы дисциплин и практик. В настоящее время для подготовки специалистов для нового производства перекиси водорода по антрахиноновой технологии разрабатывается и согласуется с ПАО Химпром рабочая программа по дисциплине «Химия и технология перекисных соединений».

Активное участие в образовательном процессе принимают высококвалифицированные специалисты ПАО «Химпром» с большим практическим опытом работы. Они читают лекции и проводят лабораторные занятия по профильным дисциплинам, являются руководителями производственных практик и выпускных квалификационных работ. Из их числа выбираются председатель и члены ГАК.

Опыт решения конкретных производственных задач приобретает студентами в период прохождения практик. Начиная с первых курсов, студенты-технологи проходят учебные и производственные практики в цехах предприятия, знакомятся с технологическими процессами и получают навыки социальной адаптации в трудовых коллективах. В период преддипломной практики студент должен приобрести достаточные знания и опыт специалиста, чтобы приступить к самостоятельному выполнению трудовых обязанностей. На преддипломной практике студенты проводят сбор материалов для выполнения выпускных квалификационных работ по тематике, связанной с производством ПАО Химпром. Защита выпускных квалификационных работ проводится на предприятии.

Важное значение для подготовки квалифицированных специалистов имеет проведение совместных научно-исследовательских работ и проведение научных конференций. Традиционной стала всероссийская конференция "Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды", организаторами которой являются ПАО Химпром, Чувашское региональное отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева и Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова.

Для закрепления выпускников на предприятии и повышения мотиваций при выборе места работы на кафедре совместно с ПАО Химпром создается проблемная лаборатория «Ингибиторы коррозии» и прорабатывается вопрос о целевой подготовке студентов 3-4 курсов по профилю ПАО Химпром.

1. Вяткина И. В. Возможности использования инновационных технологий в учебном процессе университета / И. В. Вяткина, С. В. Вьюгина // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». Том 1. – 2018. – С.247-288.

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЛЯНЫХ ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ И ДЕАСФАЛЬТИЗАТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Онищук А.Ю., Анищенко О.В.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28;
nastya.onishchuk.2014@mail.ru*

Ключевые слова: селективная очистка, отпарная колонна, вакуумная колонна

Промышленное загрязнение сточных вод является одной из самых существенных угроз экологическому состоянию окружающей среды. Процесс селективной очистки масляных вакуумных дистиллятов и деасфальтизаторов предполагает на стадии регенерации фенола из рафинатного раствора значительное увеличение сбросов в окружающую среду тепловой энергии, загрязненных фенолом стоков воды и парового конденсата, нуждающихся в очистке [1].

Модернизация установки селективной очистки масляных вакуумных дистиллятов фенолом заключается в замене системы с использованием острого пара в отпарной колонне при регенерации растворителя из рафинатного раствора на вакуумную колонну с клапанными контактными устройствами.

В отличие от тарелок, работающих в статическом режиме, то есть при неизменном расстоянии между конструктивными элементами (например, между желобом и колпачком), клапанные тарелки работают в динамическом режиме. В зависимости от напора восходящих по колонне паров клапаны поднимаются на соответствующую величину (обычно на 4-10 мм), регулируя тем самым площадь свободного сечения тарелки. Это позволяет поддерживать скорость паров примерно постоянной при изменении общей нагрузки на колонну [2].

Основными преимуществами модернизации установки селективной очистки масляных вакуумных дистиллятов являются: повышение экологической безопасности производства за счет снижения загрязненных фенолом стоков воды; экономия энергоресурсов за счет снижения общего количества водяного пара, используемого на технологической установке.

1. Покровская, С. В. Технология переработки нефти. Производство нефтяных масел - Учеб. - метод. комплекс. - Новополюск: ПГУ, 2008. 270 - 274 с.

2. Власова, Г. В. Оборудование процессов переработки нефти и газа – Учеб. пособие. - Изд. 2-е, стереотип. – М.: ЛЕНАНД, 2019. 67 - 78 с.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Савицкая Т.В., Егоров А.Ф., Михайлова П.Г.

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., д.9;
savitsk@muctr.ru*

Ключевые слова: многоассортиментные производства, гибкие схемы очистки, прогнозирование загрязнения воздуха, оценка риска, экологическая безопасность

Постоянное изменение федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) привело к тому, что большинство дисциплин, направленных на экологическую подготовку выпускников химиков-технологов, оказалось в вариативной части учебных планов, а в ряде случаев – и дисциплинами по выбору. Тем не менее, работодателям современных химических производств (ХП) требуются выпускники, обладающие компетенциями, связанными с совершенствованием технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизацией воздействия на окружающую среду, с использованием элементов эколого-экономического анализа и оценки негативных воздействий ХП, а также способные применять на практике современные методы исследования технологических процессов и природных сред и использовать компьютерные средства для решения экологических задач.

На кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии (КИС ХТ) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева в течении 15 лет преподается дисциплина «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств». Цель дисциплины – научить обучающихся теоретическим знаниям создания многоассортиментных ресурсосберегающих ХП, гибких схем очистки стоков и выбросов химических предприятий, методам анализа и оценки экологического риска и негативных воздействий предприятий химической и смежных отраслей промышленности. Изучаются: нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности ХП; теоретические основы проектирования ресурсосберегающих производств в химической промышленности с учетом требований экологической безопасности; существующие подходы и методы синтеза гибких блочно-модульных схем очистки стоков и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух производств химической промышленности. Обучающиеся

приобретают умения и навыки проведения анализа ХП как источников экологической опасности; решения задач классификации отходов и опасности химической продукции, прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий, оценки ущербов окружающей среде, а также анализа и оценки риска в результате систематических воздействий и аварий на опасных производственных объектах химической и смежных отраслей промышленности с использованием специализированного программного обеспечения [1, 2].

Для организации самостоятельной подготовки к выполнению лабораторного практикума обучающие широко используют электронные образовательные ресурсы междисциплинарной автоматизированной системы обучения, размещенные на выделенном сервере кафедры КИС ХТ (<http://cis.muctr.ru/alk>), реализованные в модульной объектно-ориентированной среде дистанционного обучения Moodle. По дисциплине размещены 18 конспектов лекций, подготовлены 8 лабораторных практикумов, каждый из которых включает: теоретические положения к выполнению работ, руководства по использованию моделирующего программного обеспечения, варианты заданий, требования к отчету, примеры типовых отчетов. Реализованы информационно-справочные ресурсы, включающие глоссарий основных понятий и определений дисциплины, ссылки на справочную информацию из нормативно-методических документов, используемую для решения задач классификаций отходов, химической продукции, прогнозирования загрязнения окружающей среды и оценки ущербов. Реализованы 13 тестов самоконтроля знаний по различным темам и разделам дисциплины, по два теста промежуточного и итогового контроля знаний, формируемые случайно из банка ежегодно обновляемых тестовых заданий. Полученные знания, умения, навыки используются обучающимися при выполнении выпускных квалификационных работ, а сформированные при изучении данной дисциплины компетенции востребованы на предприятиях и организациях, занимающихся вопросами проектирования, эксплуатации и модернизации ХП с учетом требований экологической, химической и промышленной безопасности.

1. Информационно-моделирующая система мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды/ Т.В. Савицкая, А.Ф. Егоров. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 140 с.

2. Задачи и примеры анализа риска, оценки последствий аварий и негативных воздействий химически опасных объектов: учеб. пособие / Т.В. Савицкая, А.Ф. Егоров, П.Г. Михайлова, С.А. Лёвшукина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 312 с.

О ПОСТАНОВКЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РЕГЕНЕРАЦИЯ БЫТОВЫХ ФИЛЬТРОВ»

Сутягин А.А.

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, ул. Бажова, 46А; sandrey0507@mail.ru

Ключевые слова: бытовые фильтры, регенерация

Дисциплиной, раскрывающей потенциал химической науки в решении общественных проблем, является прикладная химия. Заменяя в учебных планах дисциплину «Химическая технология», она расширила содержание материала, и внимание в содержании стало уделяться вопросам бытовой химии. Одна из работ, которая может быть предложена в области бытовой химии – «Способы регенерации бытовых фильтров». Короткий срок службы картриджей фильтров вызывает необходимость их частой замены. Возможно восстановление отработанных фильтров с использованием упрощенных технологий, применяемых при регенерации промышленных фильтров, что может продлить срок действия и обеспечить большую экономичность. Применение методов бытовой регенерации и продление срока действия позволит уменьшить поступление в окружающую среду полимерных материалов, что является важнейшей составляющей зеленой химии [1].

Цель работы: изучить способы регенерации картриджей фильтров - кувшинов в домашних условиях. Для выполнения работы студент получает три отработанных картриджа от бытовых фильтров, а также раствор соли железа (III) с определенной концентрацией. Перед опытом фотометрическим роданидным методом определяется концентрация железа в выданном растворе. Раствор пропускается через фильтры, и определяется концентрация железа на выходе с фильтров. Затем первый фильтр замачивается в 5%-ом растворе лимонной кислоты; второй – в 20%-ом растворе хлорида натрия; третий – в 30%-ом растворе гидрокарбоната натрия [2]. Фильтры выдерживаются в течении 1 недели, промываются дистиллированной водой, после чего через них вновь пропускаются растворы соли железа, определяется концентрация металла в растворе на выходе, и определяется эффективность регенерации разными реагентами путем определения кратности очистки.

1. Дзюбо В.В., Алферова Л.И. О проблемах применения бытовых водоочистных фильтров. Питьевая вода. – 2017. – №1. – с. 7-12.

2. Порошин Д.Е., Савин В.В. Применение бытовых фильтров: проблемы и пути решения. Питьевая вода. – 2008. – №4. – с. 14-16

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ПАО «ХИМПРОМ»	
Ефимов Ю.Т.	4
СЕКЦИЯ 1. Малоотходные и безотходные технологии.....	6
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ КРАСКИ	
Алексеев Н.Э., Тарасов И.С., Хакимова И.И., Зиновьева Е.Г., Плотников В.В., Ибрагимов М.А.	7
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ЩЕЛОЧНО-ХЛОРИДНЫМ СПОСОБОМ	
Ветчинкина Т.Н., Тужилин А.С., Балмаев Б.Г.	8
РАЗРАБОТКА РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА СИНТЕЗА ОКСИДНЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНО-СОЛЕВЫХ СИСТЕМ	
Варганян М.А., Войтович И.И., Горбунова И.Ю., Макаров Н.А.	9
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КРЕМНИСТО-ТИТАНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИМАНА МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ	
Заблоцкая Ю.В., Садыхов Г.Б., Тужилин А.С.	10
БЕЗОТХОДНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АЦЕТАЛЬДЕГИДА ИЗ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ	
Лоцман К.А., Родыгин К.С.	11
ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ И УДАЛЕНИЯ CO₂ В ЭНЕРГЕТИКЕ	
Масленников Г.Е., Назарова В.В., Рыжков А.Ф.	13
ПОЛУЧЕНИЕ АКРИЛАТНЫХ ДИСПЕРСИЙ В ОТСУТСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ ЖЁСТКИХ ЭМУЛЬГАТОРОВ И ДИСПЕРГАТОРОВ	
Мишунин С.В., Корнеева С.А., Сугако К.А.	15
ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВУЛКАНИЗАТОВ НА ОСНОВЕ ТРОЙНОЙ СМЕСИ ПОЛИМЕРОВ	
Панфилова О.А., Вольфсон С.И., Охотина Н.А., Миннегалиев И.И.	17
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НЕЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ	
Пугачёва Т.А., Курбатов В.Г.	19
СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА	
Солоха А.А., Умаралиева Т.Р., Соколова И.В., Селянина С.Б.	21
РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ С КОМПЛЕКСНЫМ ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ	
Тужилин А.С., Балмаев Б.Г., Ветчинкина Т.Н.	22

ДЕСТРУКЦИЯ ФЕНОЛА В ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ НАНОТРУБОК ДИОКСИДА ТИТАНА Тхант Зин Пью, Морозов А.Н.	23
РОЛЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ $SmVOX$ В БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОПАНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА Шахворостова Е.С., Маркова Е.Б., Чередниченко А.Г., Рядинский Н.Н. ...	24
«ЗЕЛЕНый» СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В МАТРИЦЕ КАРБОКСИМЕТИЛХИТИНА Широкова Л.Н., Александрова В.А.	26
БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТОРФА Яконовская Т.Б., Жигульская А.И.	28
СЕКЦИЯ 2. Промышленная экология.....	30
ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СМЕСИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ МЕДИ, ЦИНКА И НИКЕЛЯ В ПРИСУТСТВИИ ПЕНЕТРАНТА ЛЖ-6А Аунг Пьяе, Оршанский А.В., Хейн Т.А., Колесников А.В.	31
ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СМЕСИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ, НИКЕЛЯ И ЦИНКА В ПРИСУТСТВИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАВ Аунг Пьяе, Милютина А.Д., Савельев Д.С.	33
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЗАКТИВИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ Белкина И.С., Морозов В.М., Конькова Т.В.	35
КОМПОЗИЦИОННЫЕ НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОРБЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ Бокова Е.С., Коваленко Г.М., Рыжкин А.И.	37
МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ ПАТРОНОВ Бондарева Л.П., Потапова Т.Ю., Ткач Е.Н., Прушинская А.Г., Чесноков А.И.	39
ДИФфуЗИОННОЕ ПЛАМЯ БИНАРНЫХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ Васильева О. В., Ксенофонтов С.И., Лепаев А.Н., Софронов Н.А.	41
ВЛИЯНИЕ ХЛОРОВОДОРОДНОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕРХНОСТНО- АКТИВНЫЕ И МИЦЕЛЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА АНИОННОГО ПАВ АЛКИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ Заболотных С.А., Щербань М.Г.	43

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАРБОНИЗАТОВ ИСКОПАЕМОГО УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАЛЕЙВА» Найнг Зо Е, Нистратов А.В., Клущин В.Н.	44
АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЗМА КОАГУЛЯЦИИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ СВИНОКОМПЛЕКСОВ Колесникова Т.А., Куликова М.А.	46
ГЕОХИМИЯ ОТВАЛОВ КОМБИНАТА «ТУВАКОБАЛЬТ» Копылов Н.И., Молдурушку М.О.	48
ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ МОНОМЕРОВ В ПРОЦЕССАХ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ Корнеева С.А., Мишунин С.В., Сугако К.А.	50
ПОНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНОЛА В ПРОДУКТАХ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА КОНВЕРСИЕЙ В ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР Костина А.С., Руденко А.В., Кольчев И.А., Киселева Н.В.	52
УДАЛЕНИЕ ФЕНОЛА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗОНА И ФЕРРАТА (VI) КАЛИЯ Левков Л.Л., Панкратов Д.А.	54
ИЗВЛЕЧЕНИЕ БОРА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ БОРСЕЛЕКТИВНЫМИ АНИОНИТАМИ Липунов И.Н., Первова И.Г.	56
НАСАДКА ДЛЯ МАССООБМЕННОГО АППАРАТА Мирнова Т.А., Голованчиков А.Б., Шибитова Н.В.	58
СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ СУШКЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА СУСПЕНЗИОННОГО Морозова М.В., Шибитова Н.В.	59
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛОТНОСТИ БЕНЗИНА И ЕГО СОСТАВА Николаев А.И., Никольский В.М.	60
ПОГЛОЩЕНИЕ АММИАКА МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КАРБОКСИЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ Перегулов Ю.С., Плотникова С.Е., Горбунова Е.М.	61
ГРАНУЛИРОВАННЫЙ НЕФТЕСОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ГЛАУКОНИТА С МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ Нифталиев С.И., Перегулов Ю.С., Межри Р.	62
КОНКУРИРУЮЩЕЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА(III) В РАЗНОЛИГАНДНОЙ СИСТЕМЕ Попова Т.В., Щеглова Н.В., Зинин Д.С.	63
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КАТИОНИТА Турабджанов С.М., Назиров З.Ш., Понамарёва Т.В., Рахимова Л.С.	64
СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩЕГОСЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	

Сажин В.Б., Сажин Б.С.	65
СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СОПОЛИМЕРА ПОЛИКАПРОАМИДПОЛИГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО 2-[Е-(АМИНОФЕНИЛ)ДИАЗЕНИЛ]-4- МЕТИЛБЕНЗОЛ-1,3,5-ТРИОЛАМИ, СИНТЕЗИРОВАННЫМИ ИЗ ПРОДУКТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 2,4,6- ТРИНИТРОТОЛУОЛА (ТРОТИЛА)	
Селезнёв В.С., Кобраков К.И., Исаева Т.А., Кузнецов Д.Н.	67
БИКОМПОНЕНТНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА CeO_2-SnO_2	
Симакина Е.А., Либерман Е.Ю.	68
ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПИРОЛИЗА ОБОЛОЧЕК ПЛОДОВ ТАМАРИНДА	
Со Вин Мьянт, Нистратов А.В., Клушин В.Н.	70
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОИЗРАСТАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ О. ЗАКУРЬЕ Г. ЧУСОВОГО	
Соловьев А.Д.	72
ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ И ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО- АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА (II) И АЛЮМИНИЯ (III)	
Тхан Зо Хтай, Хейн Тху Аунг, Колесников А.В.	74
РОЛЬ ФОНОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ СМЕСИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ	
Хейн Тху Аунг	76
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	
Шмидова Д.Е.	78
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ $Al(OH)_2Cl$ – ПАВ	
Щербакова Г.А., Колесников А.В.	79
ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ «ОУ-Б» ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ (III)	
Щербакова Л.А., Колесников А.В., Колесников В.А.	80
ПРИМЕНЕНИЕ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Ященко Н.Н., Житарь С.В.	81
СЕКЦИЯ 3. Обращение с отходами 82	

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Атантай А.К., Кунашева З.Х., Мусаева А.Ж.	83
МОДИФИКАЦИЯ ДОРОЖНОГО БИТУМА ОТХОДАМИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Ахметзанова Р.Н., Федотова Н.А., Емельянычева Е.А., Абдуллин А.И.	85
УТИЛИЗАЦИЯ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В БИТУМНЫХ ДОРОЖНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ	
Ахметзанова Р.Н., Федотова Н.А., Емельянычева Е.А., Абдуллин А.И.	87
БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ	
Базунова А.А.	89
ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ И НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ КОНТАКТНЫМ ВЫТЭСНЕНИЕМ	
Галуза М.Г., Кудачо А.А., Воробьева Т.Н.	90
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЖУЩИХ СОСТАВОВ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ	
Ибрагимов М.А., Худайбердыев М.Б., Мухамметмуратов К.	92
ПЕРЕРАБОТКА МАЗУТНЫХ ЗОЛ С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ВАНАДИЯ И НИКЕЛЯ	
Кашеков Д.Ю., Садыхов Г.Б., Гончаров К.В., Олюнина Т.В.	94
ПРОЦЕСС ФЕНТОНА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ	
Козлова М.М., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н.	95
СОЗДАНИЕ БЕСТЕРМИЧЕСКОГО СПОСОБА ХИМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ	
Макарова А.С., Федосеев А.Н.	97
ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ БЕЛОГО ФОСФОРА ДЛЯ ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ	
Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т.	99
ПОДБОР СОСТАВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ С ДОБАВКАМИ МЕСТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Мусаева А.Ж., Кунашева З.Х., Атантай А.К.	101
ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА ИЗ СМЕСЕЙ СЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ ДОНБАССА И ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС	
Осипов А.М., Гришук С.В.	103
ПОЛУЧЕНИЕ ФТОРИДА ВОДОРОДА ИЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	
Пашкевич Д.С.	105

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ СОРБЕНТОВ	
Перегудов Ю.С.	107
АКТИВАЦИЯ ПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ УТИЛИЗАЦИИ АВТОПОКРЫШЕК	
Работягов К.В.	108
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ	
Рахматуллаев Ф.Н., Абдуллаев У.Ш., Турабджанов С.М., Понамарёва Т.В., Рахимова Л.С.	110
АДСОРБЦИЯ АНТИБИОТИКОВ ПИЛЛАРИРОВАННЫМ МОНТМОРИЛЛОНИТОМ	
Рысев А.П., Конькова Т.В., Алексеева Ю.С.	111
СОЗДАНИЕ НА ФГУП «ПО «МАЯК» НОВОГО ПЛАВИТЕЛЯ С ДОННЫМ СЛИВОМ ДЛЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ ВАО В БОРОСИЛИКАТНОЕ СТЕКЛО В РАМКАХ НОВОГО КОМПЛЕКСА ОСТЕКЛОВЫВАНИЯ	
Шайдуллин С.М., Козлов П.В., Ремизов М.Б., Мелентьев А.Б., Бендасов Д.И., Вербицкий К.В.	113
ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА В СФЕРИЧЕСКИЕ ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ПЛАЗМЫ	
Шеховцов В.В., Волокитин О.Г., Скрипникова Н.К., Семеновых М.А.	115
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИСТИРОЛА	
Шипицин Ю.С., Галкина Д.В., Сайдакова К.В., Щёлоков А.И.	117
ВЛИЯНИЕ ИМИТАТОРОВ СРЕДНЕАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА ФАЗООБРАЗОВАНИЕ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ $TiO_2 - Al_2O_3 - ZrO_2 - MgO$	
Шубабко О.Э., Варганян М.А., Растунова И.Л.	119
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН В МЕЛКОЗЕРНИСТОМ БЕТОНЕ	
Ярусова С.Б., Сковпень А.В., Козин А.В., Иваненко Н.В., Гордиенко П.С.	120
ИГОЛЬЧАТЫЙ ВОЛЛАСТОНИТ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА БОРНОЙ КИСЛОТЫ	
Ярусова С.Б., Гордиенко П.С., Козин А.В.	122
СЕКЦИЯ 4. Химическая технология органических и неорганических веществ	124
АЛКИЛИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА ИЗОПРОПАНОЛОМ НА КАТАЛИЗАТОРАХ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ТИПА ZSM-5	

Абдуллаева Н.М. 1, Воскресенский Л.Г.	125
РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА РУД	
ЧУКТУКОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ НИОБИЙ-	
РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ШЛАКА И ФОСФОРИСТОГО ЧУГУНА	
Агафонов Д.Г., Садыхов Г.Б., Копьёв Д.Ю., Олюнина Т.В.	126
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМОЛЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В КАЧЕСТВЕ	
ИСТОЧНИКА ТИОФЕНА	
Акчурина А.Р.	128
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КЕРАМИКИ $Bi_{1-x}Sm_xFeO_3$	
Алиханов Н.М.-Р., Садыков С.А., Гаджимагомедов С.Х., Эмиров Р.М.	130
СИНТЕЗ ТИОАНГИДРИДОВ	
3-МОРФОЛИНОПРОПИЛКАРБАМОТИОЕВЫЙ КИСЛОТЫ	
Ануарбекова И.Н., Муканова М.С.	131
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ФУРАНОВОЙ	
СМОЛЫ И ДИСТИЛЛИРОВАННОГО ТАЛЛОВОГО МАСЛА	
Артемьева А.А., Егоров П.А., Быкова В.М., Шалфеева Э.Н.,	
Сазанова А.А., Насакин О.Е.	132
ПРЕВРАЩЕНИЕ МЕТАНОЛА В УГЛЕВОДОРОДЫ НА ЦЕОЛИТЕ	
ZSM-5 МОДИФИЦИРОВАННОМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ	
МЕТАЛЛАМИ	
Бабаева Т.А., Бабаев Э.М., Ахмедов Э.И., Мамедов С.Э.	134
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ГИДРОКСИЭТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ В	
МИКРОФЛЮИДНЫХ УСТРОЙСТВАХ	
Безруков А.Н.	135
ИОНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ФТОРИД-ИОНОВ	
В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ	
Богданова С.А., Дешина М.В., Новикова П.А.	136
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СОЛЯНОКИСЛОТНОГО	
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НА ФАЗОВОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ШЛАМА	
ПИЖЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
Бородина Д.Д., Анисонян К.Г., Заблоцкая Ю.В., Тужилин А.С.,	
Садыхов Г.Б.	138
КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ФУРАНОВОЙ	
СМОЛЫ И АБИЕТИНОВОЙ КИСЛОТЫ	
Быкова В.М., Егоров П.А., Артемьева А.А., Шалфеева Э.Н., Сазанова	
А.А., Насакин О.Е.	139
К СИНТЕЗУ ФОСФОРСОДЕРЖАЩЕГО ЗЕЛЕННОГО КРАСИТЕЛЯ	
Васильева Т.В., Осипова М.П., Насакин О.Е.	141
ТЕТРАЭТИЛМАЛОНИЛБИСФОСФОНАТ В СИНТЕЗЕ	
ЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ПИРИДОНОВ	
Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е.	142

ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ НАПОЛНЕННОЙ ДИСПЕРСНЫМ БАЗАЛЬТОМ	
Васинкина Е. Ю., Кадыкова Ю.А., Сивак А.С., Калганова С.Г.	144
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСА НИКЕЛЯ(II) С 5-(2-ХЛОРБЕНЗИЛИДИН)-2,4-ТИАЗОЛИДИНДИОНОМ	
Вердизаде Н.А., Алиева К.Р.	147
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ПРОКАЛИВАНИИ ГИДРОКСИДОВ И КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ АЛЮМИНИЯ	
Ветчинкина Т.Н., Тужилин А.С., Балмаев Б.Г.	148
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЖНООКСИДНЫХ ФАЗ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В СИСТЕМАХ (Pr,Gd)-Sr-Co-O	
Власова М.А., Маклакова А.В., Волкова Н.Е., Черепанов В.А.	149
ПРИМЕНЕНИЕ 2,4-ДИНИТРОФЕНИЛГИДРАЗИНА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА В СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТАХ ИЗ ПОЛИМЕРОВ	
Волкова Н.В., Вернигора А.Н.	150
МОДИФИКАЦИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ YBCO	
Гаджимагомедов С.Х., Гаджиев М.Х., Палчаев Д.К., Мурлиева Ж.Х., Рагимханов Г.Б., Демиров Н.А.	152
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ХРОМА С 2-ГИДРОКСИ-5-ИОДТИОФЕНОЛОМ И ГИДРОФОБНЫМИ АМИНАМИ	
Залов А.З., Гасанова Н.С.	153
ЭТИЛИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА НА ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМНОМ ЦЕОЛИТЕ ZSM-5, МОДИФИЦИРОВАННОМ БОРОМ	
Гахраманов Т.О., Мамедов Э.С. Ахмедов Э.И.	154
ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ МАРГАНЦА (II) И РЕНИИ (IV) С ТРИПТОФАНОМ	
Гахраманова Ш.И., Джалаладдинов Ф.Ф., Худавердиев Р.А., Аскерова Т.Я., Гахраманов Т.О.	155
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФИДА КАЛЬЦИЯ КАК ГРЕЮЩЕГО АГЕНТА ДЛЯ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ	
Глебов М.Б., Лазарев В.М., Глебов В.Б.	156
СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, ЛЕЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОПЫТ СКОТА И АНТИСЕПТИКА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛУПРОДУКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ	
Голосман Е.З., Фирсов О.П., Ефремов В.Н., Бородако Е.Н., Скарлыгин М.Н.	157

ИССЛЕДОВАНИЯ СИНТЕЗА ВИННОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА	
Горбушкина А.Н., Ефремов А.Ю., Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т.	159
2-(ПИПЕРИДИНОМЕТИЛ)-4-МЕТИЛФЕНОЛ КАК АНАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАГЕНТ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИОННО- ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА (III)	
Гусейнова Г.А., Залов А.З., Расулов Ч.Г., Ибрагимов Г.И.	160
ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА СТЕПЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ СТОЧНЫХ ВОД	
Давыдкова Т.В., Колесников А.В.	161
СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РЕКТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАЛЬНЫХ И ПСЕВДОКОМПОНЕТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА	
Данилов В.А., Советин Ф.С., Гартман Т.Н., Космынина М.М.	162
СИНТЕЗ НОВЫХ ИМИНОВ, АМИДОВ СОДЕРЖАЩИХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫЙ БЕНЗИЛФОСФОНАТНЫЙ ФРАГМЕНТ	
Дауылбек А.А., Нгуен Т.Т., Гибадуллина Э.М., Бурилов А.Р.	164
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА 1,4- ДИХЛОРБЕНЗОЛА	
Дементьев В.В., Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В., Уткина Т.А.	166
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАХЛОРЭТАНА	
Дементьев В.В., Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В.	167
ПАССИВАЦИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ	
Деревянных П.Н., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Желудкова Е.А., Ваграмян Т.А.	168
РЕАКЦИЯ ТЕТРАЦИАНОЭТИЛЕНА С ТРЕТИЧНЫМИ АМИНАМИ	
Егоров П.А., Давыдова В.В., Марьясов М.А., Ромашов Н.П., Акчурин А.С., Насакин О.Е.	170
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИФЕНИЛГУАНИДИНА В ВИДЕ «МЯГКИХ ГРАНУЛЬ»	
Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В., Польшкин Н.М., Васильева О.Б.	
171	
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДКЕРАМИЧЕСКИХ ОЛИГООРГАНОСИЛАЗАНОВ	
Жукова С.В., Рыжова О.Г., Кузнецова М.Г., Стороженко П.А.	172
СТРОЕНИЕ ИОНОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ИОНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОНАМИ β -ДИКЕТОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ML_3	

Жукова Т.А, Гиричева Н.И.	173
СИНТЕЗ СИЛИКАТА ЦЕРИЯ РЕАЦИЕЙ ОБМЕНА И ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ	
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Смирнова С.Н., Иванова М.А.	175
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ	
Захарова Н.М., Винокуров Ю.В., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В.	177
РАСЧЁТ СТАНДАРТНЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИГИДРАТА ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ	
Зинин Д.С., Попова Т.В.	178
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА трет-БУТИЛ 7-АМИНО-3-трет-БУТИЛ-4- ОКСОПИРАЗОЛО[5,1-с][1,2,4]ТРИАЗИН-1(4Н)-КАРБОКСИЛАТА	
Иванов С.М.	179
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИНА Б И ЭПОКСИДИАНОВОЙ СМОЛЫ ЭД 22	
Иванова К.Ю., Малова Л.А., Кузьмин М.В., Кольцов Н.И.	180
СИНТЕЗ ТРИНИТРОКСИПРОИЗВОДНЫХ АДАМАНТАНОВОГО РЯДА	
Ивлева Е.А., Казакова А.И., Климошкин Ю.Н.	182
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ 1,1,2- ТРИХЛОРЭТАНА	
Ильина Е.Е.	183
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА СУБМИКРОННОГО ОКСИДА ОЛОВА (IV) МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ	
Ильясова Р.Р., Ганиева З.А, Зайнуллина Г.Р., Усманова Г.С.	184
ПОИСК НОВЫХ МЕСТНЫХ АНЕСТЕТИКОВ В РЯДУ ПИПЕРИДИНСОДЕРЖАЩИХ ФТОРБЕНЗОЙНЫХ ЭФИРОВ	
Исаева У.Б., Ахметова Г.С., Пралиев К.Д., Датхаев У.М., Омырзаков М.Т.	185
АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА ЭТАНОЛОМ НА МОДИФИЦИРОВАННОМ ЦЕОЛИТЕ ТИПА ЦВМ	
Искендерова А.А., Ахмедова Н.Ф., Мамедова А.З.*, Мамедов С.Э.	186
НОВАЯ ВОДОРАСТВОРИМАЯ ФОРМА ВИТАМИНОВ А И Е В ФОРМЕ КОМПЛЕКСА ВКЛЮЧЕНИЯ С БЕТА- ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ	
Искинеева А.С., Мустафаева А.К.	187
СИНТЕЗ 9-АЗАБИЦИКЛО[4.2.1]НОНА-2,4,7-ТРИЕНОВ КОБАЛЬТ(I)- КАТАЛИЗИРУЕМЫМ [6π+2π] ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕМ 1,3- ДИИНОВ К N-ЗАМЕЩЕННЫМ АЗЕПИНАМ	
Кадикова Г.Н., Дьяконов В.А., Насретдинов Р.Н., Джемилов У.М.	188
Ti-Mg-КАТАЛИЗИРУЕМОЕ ЦИКЛОЦИНКРОВАНИЕ N,N'-(1,4- ФЕНИЛЕНБИС(МЕТИЛЕН))БИС(N-(3-(ТРИМЕТИЛСИЛИЛ)ПРОП-2- ИН-1-ИЛ)ПРОП-2-ЕН-1-АМИНА) С ПОМОЩЬЮ Et ₂ Zn	

Кадикова Р.Н., Мозговой О.С., Габдуллин А.М., Гатауллина А.Р., Рамазанов И.Р., Джемилев У.М.	189
СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ УСТАНОВОК НТС В УСЛОВИЯХ ПАДАЮЩЕЙ ДОБЫЧИ	
Квитко П.А.	191
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ТЕРМОПАРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ЦЕОЛИТА ТИПА ZSM-5 В ДИСПРОПОРЦИОНТРОВАНИИ ТОЛУОЛА	
Керимли Ф.Ш., Мамедов С.Э.	193
ОПЫТ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С КОНЦЕПЦИЕЙ ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Климов Д.И., Костикова Н.А., Антонова М.М.	194
КРИТЕРИИ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЦИПАМИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Костикова Н.А., Антонова М.М., Черенков М.А., Корнеева О.И.	196
РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА НОВЫХ АЛКОКСИПРОИЗВОДНЫХ ЭТЕН-1,1-БИСТИОЛЯТОВ НАТРИЯ	
Кузьмин С.В., Софронов Д.В., Липин К.В.	198
ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МЕДИ(II) С 2,6-ДИТИОЛ- 4-МЕТИЛФЕНОЛОМ И 2,2'-ДИПИРИДИЛОМ	
Кулиев К.А., Мамедова Ш.А.	199
ИНГИБИТОРЫ ГИДРАТАЦИИ ГЛИН С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫСВОБОЖДЕНИЕМ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА	
Липин А.Г., Липин А.А.	200
ХИМИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСИЙ	
Лукша О.В., Опанасенко О.Н., Чернецкая В.М., Опанасенко И.В.	201
ГАЗОБЕТОН С ЭФФЕКТИВНОЙ ДОБАВКОЙ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПЕРЛИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО	
Мазманян С.В., Саргсян А.А., Папян Г.Б., Мазманян Дж.С., Гарибян Г.Р.	203
СИНТЕЗ ФТОРБЕНЗОЙНЫХ ЭФИРОВ 1-(2-ФЕНИЛЭТИЛ)-4- ЭТИНИЛ-4-ГИДРОКСИПИПЕРИДИНА	
Максатова А.М., Ахметова Г.С., Пралиев К.Д., Датхаев У.М., Омырзаков М.Т.	205
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА(III) С 2,3,4-ТРИГИДРОКСИ-4'-СУЛЬФОАЗОБЕНЗОЛОМ И КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	

Мамедова П.Р., Магеррамов А.М., Чырагов Ф.М., Абдуллаев Р.А.	206
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЦИНКА(II) С 2,3,4-ТРИГИДРОКСИ-4'- СУЛЬФОАЗОБЕНЗОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	
Мамедова П.Р., Магеррамов А.М., Чырагов Ф.М., Абдуллаев Р.А.	207
СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ СОСТАВА $\text{DyHfO}_4\text{-XAl}_2\text{O}_3$ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОМПОЗИЦИИ С ЦЕОЛИТОМ ТИПА ZSM-5 В ПРЕВРАЩЕНИИ МЕТАНОЛА В ОЛЕФИНЫ C ₂ -C ₄	
Махмудова Н.И., Ильяслы Т.М., Мамедов С.Э.	209
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРА ОСАДИТЕЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБОНАТА НЕОДИМА	
Мельник Ф., Богатырева Е.В., Семёнов А.А., Кулагин Б.Р.	210
ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТЫХ МЫШЬЯКА И ГАЛЛИЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ	
Федоров В.А., Менщикова Т.К., Бреховских М.Н., Мыслицкий О.Е.	212
ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯ n-ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ C ₈ - C ₁₆ НА Pt-СОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ZSM-5	
Мирзалиева С.Э., Мусаева Н.Дж., Ахмедова Н.Ф., Ахмедов Э.И.	213
ВЫВОД МЫШЬЯКА ИЗ ОТВАЛОВ КОБАЛЬТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Молдурушку М.О., Копылов Н.И.	214
3,5-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-4-ОКСО-2,5- ЦИКЛОГЕКСАДИЕНИЛИДЕНМЕТИЛФОСФОНАТЫ В РЕАКЦИЯХ С ПРОИЗВОДНЫМИ НАФТАЛИНА	
Насирова Г.Ф., Нгуен Т.Т., Гибадуллина Э.М., Бурилов А.Р.	216
КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИЕ 1,3,4-ТИАДИАЗОЛЫ	
Осипова М.П., Васильева Т.В.	217
ФАКТОР АЦЕНТРИЧНОСТИ В ОПИСАНИИ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДАХ УГЛЕВОДОРОДОВ	
Павлов П.В., Дудкин И.А., Коверда М.Н., Шиланова Э.В., Бельский Н.А., Урядов В.Г., Офицеров Е.Н.	218
ИЗНОСОСТОЙКАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННАЯ ЭВТЕКТИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ	
Павлов С.С., Макаров Н.А.	220

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ И КАПСУЛИРОВАННЫЙ ПЕРОКСИД КАЛЬЦИЯ – МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТВЕРДЫЙ ИСТОЧНИК АКТИВНОГО КИСЛОРОДА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	
Приходченко П.В., Медведев А.Г., Михайлов А.А., Трипольская Т.А.	222
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АНИЛИНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА	
Пузык К.А., Шишкин Е.В.	224
СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО TiO ₂	
Рабданова А.Э., Гаджимагомедов С.Х., Оруджев Ф.Ф., Сайпулаев П.М.	225
ТЕХНОЛОГИЯ СЖИЖЕНИЯ ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ХЛАДАГЕНТА ГЕЛИЙСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ	
Разоренова Е.П.	226
РАЗДЕЛЕНИЕ ИЗОТОПОВ КИСЛОРОДА МЕТОДОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ИЗОТОПНОГО ОБМЕНА МЕЖДУ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ И ВОДОЙ	
Растунова И.Л., Розенкевич М.Б., Чеботов А.Ю., Вораксо И.А.	228
РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕАРАТА ЦИНКА	
Резник Л.Ю., Винокуров Ю.В., Ефимов Ю.Т.	230
ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА РЕАКТОРНОГО УЗЛА НА СКОРОСТЬ КСАНТОГЕНИРОВАНИЯ БУТАНОЛА	
Родин С.С., Иванченко А.Ю., Голованчиков А.Б., Ильина Л.А., Зотов Ю.Л., Шишкин Е.В.	231
УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРПАРАФИНА МАРКИ ХП-1100	
Рыбакова М.А., Зотов Ю.Л.	232
НАНОРАЗМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ОКСИДОВ СЕРЫ	
Рыбина И.Н., Павленко И.Р., Литвиненко В.В.	233
ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗВОДНОГО AlCl ₃ ИЗ ЕГО КРИСТАЛЛОГИДРАТА	
Салолев А.Б., Вовкотруб Э.Г.	234
СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПИЯ(III) И ТЕРБИЯ(III) НА ОСНОВЕ N- ДОДЕЦИЛИМИНОДИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ, 1,10- ФЕНАНТРОЛИНА И ПЕНТАНДИОНА-2,4	
Сарнит Е.А., Сайдахмедова Н.Н., Мельникова Е.Д.	235
ТЕХНОЛОГИЯ БЕСХРОМАТНОЙ ПАССИВАЦИИ МАГНИЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ	
Симонова М.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.	237

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ НАНЕСЕНИЕ БЛЕСТЯЩИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛЕСКООБРАЗОВАТЕЛЕЙ НОВОГО ТИПА	
Сосновская Н.Г., Истомина Н.В., Богданова И.Н., Розенцвейг И.Б., Корчевин Н.А.	239
СИНТЕЗ ЭТИЛ 2-ЦИАНО-2-(1,3-ДИТИОЛ-2-ИЛИДЕН)АЦЕТАТА	
Софронов Д.В., Кузьмин С.В., Липин К.В.	241
СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА В ПРОЦЕССЕ ГИДРОКРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ	
Сурганов Ф.С., Зотов Ю.Л.	242
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ТЕМПЕРАТУРУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЩЕЛОЧНОГО КОНЦЕНТРАТА	
Суровая В.Э., Михайлов В.А.	243
СИНТЕЗ НОВЫХ 1-НАФТОКСИБУТИНИЛ-1,4- ДИФЕНИЛПИПЕРИДИНОВ	
Сычева Е.С., Муканова М.С., Ю В.К.	245
СИНТЕЗ ТИОАНГИДРИДОВ ДИТИОКАРБАМИНОВЫХ КИСЛОТ	
Сычева Е.С., Муканова М.С.	246
СИНТЕЗ ДИТИОАЦЕТИЛЕНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ	
Токпаев Р.Р., Сычева Е.С., Муканова М.С.	247
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ СПЕКАЮЩЕЙ ДОБАВКИ ОКСИДА ГАЛЛИЯ НА КЕРАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМОМАГНИЕВОЙ ШПИНЕЛИ.	
Ульянова А.В., Сенина М.О, Лемешев Д.О.	248
РАЗДЕЛЕНИЕ Fe(III) И Ni(II) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ППГ-425 – NaCl – H ₂ O	
Федорова М.И., Левина А.В., Заходяева Ю.А., Вошкин А.А.	250
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2-ХЛОРПИРИДИН-3,4-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ С МОРФОЛИНОМ	
Федосеев С.В., Иевлев М.Ю.	251
СИНТЕЗ 4-ХЛОРФУРО[3,4-С]ПИРИДИН-3(1H)-ОНА	
Федосеев С.В., Миловидова А.Г.	252
СОЗДАНИЕ УЗЛА САМОИСПАРЕНИЯ РЕАКЦИОННОГО РАСТВОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА	
Филиппов В.М., Ефимов Ю.Т., Хитров Н.В., Сергеев С.С., Семенов В.В., Жубриков А.В.	253
ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯ Н-ПАРАФИНОВ НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ	
Хайруллина З.Р., Серебрянников Д.В., Сафина Э.Р., Куватова Р.З., Аглиуллин М.Р.	255

ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗО-ОКИСНОГО ПИГМЕНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ Холмуродов Т.А., Мирзаев О.О.	257
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ В СИСТЕМЕ $Li_2O-ZNO-TiO_2$ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СО-ОБЖИГОВОЙ КЕРАМИКИ Хусаинов И.Н., Вершинин Д.И., Макаров Н.А.	259
РАЗРАБОТКА ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЗАЛИВОЧНОГО КОМПАУНДА ИЗ СЫРЬЯ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА Чернова М.В., Игнатьев В.А.	261
ОЧИСТКА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХЕЛАТНЫХ КАТИОНИТОВ Чинь Н.К., Конькова Т.В.	263
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТРЕТ-БУТИЛАРЕНОВ Шакун В.А., Нестерова Т.Н.	265
ТЕРМОРЕЗИСТИВНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ $Y(Fe_{1-x}Ba_x)_2Cu_3O_{7-d}$ Шапиев Г.Ш., Гаджимагомедов С.Х., Палчаев Д.К., Мурлиева Ж.Х., Сайпулаев П.М.	267
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВИНИЛХЛОРИДА КРЕКИНГОМ 1,2-ДИХЛОРЕТАНА Шаповалова К.К., Зотов Ю.Л.	268
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРРОЛО[3,4-С]ПИРИДИНОВ Шатинова М.И., Алиева Ш.К., Нагиева Ш.Ф.	269
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ КАРБАЗОИЛМЕТИЛПИРАЗОЛИНОВ Шатинова М.И., Караева А.Р., Рагимова С.Ш.	270
КОНДЕНСАЦИЯ ФУРФУРОЛА С НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ КЕТОНАМИ Шатинова М.И., Караева А.Р., Нагиева Ш.Ф., Гаджиева Л.Й.	271
СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПИРРОЛО[3,4-С] ПИРИДИНОВ Шатинова М.И., Алиева Ш.К., Гаджиева Л.Й.	272
ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРАКЦИОННОГО ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНОКИСЛОГО РАСТВОРА ЛАНТАНА Шиманец А.С., Богатырева Е.В., Семенов А.А., Кулагин Б.Р., Пудовкина Г.И.	273
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ZSM-5 В ОБЛАГОРАЖИВАНИИ ПРЯМОГОННОЙ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ. Ширинова С.М.	275
СЕКЦИЯ 5. Химико-технологическое и экологическое	

образование	276
ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ	
Абрамова А.Е., Зырянова О.В.	277
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА ХИМИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТАХ КЛАССИЧЕСКИХ ВУЗОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА НА ФГОС ВО 3 ++	
Базунова М.В.	279
ОПЫТ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ПАРФЮМЕРНО- КОСМЕТИЧЕСКОЙ И СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ РГУ ИМ. А.Н. КОСЫГИНА	
Бычкова И.Н., Кобраков К.И.	280
СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ	
Евсюкова Н.В., Цицинова А.Ю., Бокова Е.С.	283
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б.	285
УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ДУОСОЛ- ПРОЦЕССЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОСТАТОЧНЫХ МАСЕЛ	
Карибов Т.Т., Зотов Ю.Л., Фомин О.А., Степанов П.В.	287
ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
Константинова Т.Г., Мухортова Л.И., Липин К.В.	288
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ	
Мухортова Л.И., Константинова Т.Г.	290
МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЛЯНЫХ ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ И ДЕАСФАЛЬТИЗАТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА	
Онищук А.Ю., Анищенко О.В.	292
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Савицкая Т.В., Егоров А.Ф., Михайлова П.Г.	293
О ПОСТАНОВКЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РЕГЕНЕРАЦИЯ БЫТОВЫХ ФИЛЬТРОВ»	
Сутягин А.А.	295

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник материалов VIII Всероссийской конференции
(г. Чебоксары, 16-17 апреля, 2020 г.)

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года
данная продукция не подлежит маркировке

Компьютерная верста и правка К.В. Липина

Подписано в печать 09.04.2020. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 12,8. Тираж 100 экз. Заказ № 368.

Издательство Чувашского государственного университета
Типография университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15