

Министерство образования и науки Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Первичная организация Российского химического общества
им. Д.И. Менделеева

Совет молодых ученых НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева

*Конференция посвящена 120-летию
РХТУ им. Д.И. Менделеева*

XX НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ, СТУДЕНТОВ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Химические науки



Новомосковск,
2018

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

Д 259

Д 259 XX научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов, студентов. Тезисы докладов. Химические науки / ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал). Новомосковск, 2018. – 59 с.

Работа конференции проводилась в шести секциях, на которых обсуждались вопросы химии и технологии неорганических веществ, органической химии и полимерных композиционных материалов, инженерной механики и материаловедения, кибернетики технологических процессов и технических систем, гуманитарных наук экологии, экономики и управления, энергетики.

Сборник содержит доклады и сообщения студентов, аспирантов и молодых ученых.

Текст репродуцирован с оригиналов авторов.

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

Редакционная коллегия:

директор В.Л. Первухин - *председатель*

доцент, кандидат экономических наук А.В. Овчаров – *зам. председателя*

профессор, доктор химических наук Е.Н. Голубина – *отв. секретарь*

профессор, доктор философских наук Э.А. Бирюкова

профессор, доктор технических наук В.М. Логачева

доцент, кандидат химических наук В.И. Журавлев

доцент, кандидат экономических наук Ю.В. Кулакова

доцент, кандидат технических наук Н.В. Маслова

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.....	6
<i>Рябов Д.Д., Дороховская К.С., Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф.</i> Смачиваемость материалов модифицированных солями ди-(2-этилгексил)фосфатов некоторых металлов.....	6
<i>Шеремет И.И., Поповкина В.А., Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф.</i> Некоторые свойства ди-(2-этилгексил)фосфатов лантаноидов.....	7
<i>Тарасенкова А.Э., Кизим Н.Ф.</i> Взаимовлияние фосфорной и азотной кислот при их извлечении растворами ТБФ.....	8
<i>Казаков П.А., Назаров Д.С., Рассохина Л.Ю.</i> Технические мероприятия по повышению эффективности производства аммофоса....	10
<i>Чернышев И.Н., Обысов А.В., Гоца Д.А.</i> Разработка технологии нового теплостойкого и прочного иридиевого катализатора разложения монотоплива "Зеленое топливо".....	11
<i>Кутепова А.Г., Мещеряков Г.В.</i> Схема отделения метанола с параллельно-последовательным соединением агрегатов.....	12
<i>Грядюшко Н.И., Мещеряков Г.В., Фатеева Н.В.</i> Установка синтеза метанола.....	13
<i>Проконец А.А., Леонов В.Т., Добровенко В.В.</i> Конструктивные особенности реактора кипящего слоя в процессе конверсии метана.....	14
<i>Маликова С.А., Александрова О.А., Добрыднев С.В.</i> Получение каталитически активного оксида никеля на высокоглиноземистом цементе.....	15
<i>Александрова О.А., Добрыднев С.В.</i> Исследование процесса получения основного карбоната никеля из аммиачно-карбонатных водных растворов.....	18
<i>Назаров Д.С., Моисеев М.М.</i> Исследование катализаторов очистки газов от оксидов азота.....	20
<i>Беликова Д.В., Королева Е.А., Куимова А.В., Скорба В.Р., Новиков А.Н.</i> Структурно-термодинамические характеристики растворов диметилсульфоксида.....	21
<i>Калашишникова М.А., Новикова Е.А., Елистратова А.О., Сухинина О.А.</i> Лекарственные препараты на основе серы и ее соединений..	22
<i>Батыркулыева Майса, Щукина И.А., Кулешова К.С., Костылева Е.И.</i> Соединения железа в фармацевтической химии.....	23
<i>Леонтьева Е.А., Нейман Ю.В., Костылева Е.И., Новиков А.Н., Добрыднев С.В.</i> Пеногасители на основе кремнийорганических	

соединений.....	24
<i>Назарова А.Ю., Королева Е.А., Николаева Д.С., Иваненко О.И.</i>	
Лекарственные препараты на основе цитрата натрия.....	25
<i>Румянцева Д.П., Елистратова А.О., Николаева Д.С., Саломасова Г.Г., Овчинников Н.Е., Сенчурова Д.А., Скорба В.Р., Новиков А.Н.</i>	
Синтез и анализ гидроксокарбоната магния.....	26
<i>Танчев Р.А., Овчинников Н.Е., Ненартович Н.А., Иваненко О.И.</i>	
Лекарственные препараты на основе ацетата кальция.....	27
<i>Эсенова А., Новикова Е.А., Щукина И.А., Живоглазов И.В., Сухинина О.А.</i>	
Соединения висмута в фармацевтической химии.....	28
<i>Брайловская А.В., Журавлев В.И., Жиркова Ю.Н.</i>	
Моделирование диффузии катионов щелочноземельных металлов в ионных многокомпонентных расплавах.....	29
<i>Лопатина М.Ф., Журавлев В.И., Жиркова Ю.Н.</i>	
Избирательность двухфазных сплавов в расплавах хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов.....	31
<i>Юдин В.С., Журавлев В.И., Жиркова Ю.Н.</i>	
Факторы, влияющие на выделение Джоулева тепла в ваннах гальванопокрытий.....	33
<i>Коришупова Е.А., Дергунов Т.А., Помогаев В.М.</i>	
Рассеивающая способность электролитов и прогнозирование равномерности покрытий.....	34
СЕКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	36
<i>Рябов Д.Д., Филимонов В.Н.</i>	
Газовая экстракция как способ подготовки пробы при хроматографическом контроле легколетучих производных бензола в водных средах.....	36
<i>Абызова Е.В., Родионова Р.В.</i>	
Технологические и экономические аспекты способов получения стирола.....	37
<i>Глевко Е.В., Родионова Р.В.</i>	
Выбор промышленного метода производства суспензионного полистирола.....	38
<i>Шишканов Н.А., Родионова Р.В.</i>	
Оптимизация технологических параметров получения модифицированных нанодисперсных систем.....	39
<i>Гоголева И.И., Родионова Р.В.</i>	
Разработка технологической схемы производства модифицированных нанодисперсных систем.....	40
<i>Абызова Е.В., Горохова М.Н., Платонов В.В., Лебедев К.С.</i>	
Химический состав экстракта красной водоросли <i>Dunaliella salina</i> в кукурузном масле.....	41
<i>Глевко Е.В., Горохова М.Н., Платонов В.В.</i>	
Функциональный	

анализ сапропеля и гуминовых кислот, выделенных из сапропеля.....	42
<i>Казаков П.А., Маклаков С.А.</i> Постановка лабораторных работ для бакалавров направленности «Химическая технология переработки нефти и газа».....	43
<i>Абызова Е.В., Платонов В.В., Белозерова Л.И., Хадарцев А.А., Горохова М.Н.</i> Химический состав органического вещества травы донник лекарственный.....	44
<i>Абызова Е.В., Горохова М.Н., Платонов В.В.</i> Химический состав экстракта красной водоросли <i>Dunaliella salina</i> в кукурузном масле как источник β-каротина.....	46
<i>Глевко Е.В., Горохова М.Н., Платонов В.В., Лебедев К.С.</i> Способы получения органоминеральных удобрений на основе сапропеля.....	47
<i>Абызова Е.В., Платонов В.В., Хадарцев А.А., Белозерова Л.И.</i> Химический состав органического вещества золотарника лекарственного канадского.....	48
<i>Глевко Е.В., Платонов В.В., Хадарцев А.А., Белозерова Л.И.</i> Химический состав органического вещества аира болотного.....	49
<i>Глевко Е.В., Платонов В.В., Белозерова Л.И., Горохова М.Н.</i> Адсорбционная жидкостная хроматография хлороформного экстракта гуминовых кислот торфа.....	51
<i>Прокопец А.А., Платонов В.В., Белозерова Л.И., Лебедев К.С.</i> Адсорбционная жидкостная хроматография этанольного экстракта гуминовых кислот сапропеля.....	53
<i>Иванова Н.С., Коробко Е.А., Чернышова В.Н.</i> Исследование смесей полиэтилена и полипропилена с сополимером СКЭПТ.....	55
<i>Ниязов С.А., Алексеев А.А., Лобанов А.В.</i> Свойства смеси полипропиленов в условиях трехкратной переработки литьем под давлением.....	56
<i>Чернышев И.Н., Иванова Н.С., Ниязов С.А., Алексеев А.А., Лебедев К.С., Алферов В.А.*., Коробко Е.А., Клочков А.Н.</i> Заливочные жесткие пенополиуретаны: производители-поставщики компонентов и изделий в России, свойства.....	57
<i>Чернышев И.Н., Алексеев А.А., Дубинин В.Б., Коробко Е.А.</i> Сравнительный анализ свойств эпоксидных компаундов для проведения окрасочных работ под водой.....	58

СЕКЦИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

УДК 541.1

Рябов Д.Д., Дороховская К.С, Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф.

(Новомосковский институт ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СМАЧИВАЕМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЛЯМИ ДИ-(2-ЭТИЛ-ГЕКСИЛ)ФОСФАТОВ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ

Для придания поверхности изделия несмачиваемости водой часто используют покрытие ее гидрофобным материалом. Такое покрытие важно для химической, автомобильной, строительной и других областей промышленности. Гидрофобное покрытие помогает не только защитить поверхность от воды, но и стать металлу более устойчивым к коррозии.

В настоящем сообщении приведены данные по смачиванию поверхности изделий покрытых полученными материалами.

При приведении в контакт водного раствора соли металла с раствором ДЭГФК в органическом разбавителе в переходной области гетерогенной системы образуется и накапливается материал на основе ди-(2-этилгексил)фосфата металла. Методика его извлечения из системы близка к методике получения пленок Ленгмюра - Блуджетт.

Материал межфазных образований на основе солей металлов (Cu(II), Co(II), Ni(II), Cd(II), Fe(III)) является гидрофильным со временем гидрофобилизируясь. Различие в величинах краевого угла смачивания обусловлено различной долей кристалличности, что подтверждается данными рентенофазового анализа и различным содержанием воды в составе материала, что подтверждается изменением интенсивности линий в ИК-спектрах при частоте 3500 см⁻¹.

При его нанесении материала на различные поверхности краевой угол смачивания увеличивается, однако не превышает 70°. Более низкая гидрофобность покрытий на основе d-элементов по сравнению с f-элементами объясняется более высоким содержанием воды в составе материала и более низкой долей кристалличности.

Проведены испытания на устойчивость гидрофобных свойств модифицированных поверхностей. Алюминиевый провод, покрытый тонкой пленкой материала, характеризуется постоянством гидрофобности в морозное время, но снижается в период дождей. Величина краевого угла смачивания ткани из хлопка, пропитанной материалом межфазных образований, после стирки уменьшается на 5 %.

Таким образом, материал на основе ди-(2-этилгексил)фосфатов металлов может быть использован для придания поверхности изделий несмачиваемости водой.

УДК 541.1

Шеремет И.И., Поповкина В.А., Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф.
(Новомосковский институт ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева)

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ДИ-(2-ЭТИЛГЕКСИЛ)ФОСФАТОВ ЛАНТАНОИДОВ

Известно, что уменьшение размера структурных элементов в наноматериалах может приводить к заметному изменению их свойств. Таким изменение будет происходить, если материал получают методом «снизу-вверх» и существует механизм стабилизации растущих элементов.

Целью работы являлось изучение свойств материалов, самопроизвольно возникающих в переходном слое жидкость/жидкость.

При контакте двух несмешивающихся жидкостей в одной из которых есть катион редкоземельного элемента (РЗЭ), а в другой молекулы ди-(2-этилгексил)фосфорной кислоты (Д2ЭГФК) в переходной области протекает химическая реакция и образуется ди-(2-этилгексил)-фосфат лантаноида (Д2ЭГФКLn). С течением времени молекулы соли коагулируют и полимеризуются. Установлено, что материал на основе Д2ЭГФКLn содержит в основном среднюю соль, для которой определены параметры решетки.

Образующийся материал может быть легко извлечен из системы с помощью, например, металлической иглы.

Плотность материала на основе РЗЭ иттриевой подгруппы выше, чем цериевой, так как выше доля кристалличности в составе материала, что подтверждается данными рентгено-фазового анализа.

Магнитная восприимчивость материала на основе РЗЭ иттриевой подгруппы выше, чем цериевой, так как ионы и атомы РЗЭ цериевой подгруппы имеют ориентированные навстречу друг другу орбитальные и спиновые моменты, а для ионов и атомов РЗЭ иттриевой подгруппы – орбитальный и спиновой моменты должны быть параллельны.

Материал межфазных образований, перенесенный на стеклянную пластинку, обладает регулируемой смачивающей способностью. Первоначально пленка, нанесенная на поверхность стеклянной пластинки, является гидрофильной, однако с увеличением времени формирования структуры в межфазном слое она приобретает гидрофобные свойства. Растворитель и образующаяся соль Д2ЭГФКLn обладают гидрофобными свойствами. Кроме того, в случае кристаллической структуры по-

крытия предотвращается проникновение капли воды к поверхности пластины. В этом случае капля воды соприкасается только с самыми вершинами кристаллов, не достигая поверхности подложки.

Таким образом, материал на основе Д2ЭГФКLn обладает свойствами, зависящими от природы РЗЭ и вида растворителя Д2ЭГФК.

УДК 541.1

Тарасенкова А.Э., Кизим Н.Ф.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНОЙ И АЗОТНОЙ КИСЛОТ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

При производстве фосфорной кислоты экстракционным методом наблюдается совместный перенос нескольких компонентов, в частности, перенос фосфорной кислоты одновременно с серной и плавиковой, а также азотной и соляной (в зависимости от вида используемой кислоты на стадии разложения фосфатного сырья). Извлечение редких земель из растворов получаемой фосфорной кислоты проще, чем из фосфогипса, поэтому исследования по экстракции кислот актуальны.

Целью данной работы являлось изучение закономерностей извлечения фосфорной и азотной кислот при экстракции раствором три-н-бутилфосфата (ТБФ).

Использовали модельные растворы с концентрациями фосфорной кислоты в диапазоне 0-11 М и азотной кислоты 0-3,4 М. Экстракционным реагентом являлся ТБФ, растворителем – толуол. Эксперименты выполнены при комнатной температуре (20±1 °С).

При исследованиях использовали фосфорную кислоту (ГОСТ 6552-80, квалификация «ч.д.а.»), азотную кислоту (ГОСТ 4461-77, квалификация «х.ч.»), ТБФ (Германия, CAS № 126-73-8, массовая доля ТБФ 99,7%), толуол (ГОСТ 5789-78, квалификация «ч.д.а.»).

Экстракты готовили путем умеренного встряхивания в делительной воронке равных объемов 0,1 М раствора ТБФ в толуоле и насыщающей водной фазы в течение 5 мин, последующего расслаивания, отделения органической фазы и фильтрования экстракта через бумажный фильтр «белая лента» для удаления механически захваченного водного раствора. Количественный анализ экстракта выполняли по его равновесному реэкстракту. Реэкстракцию проводили бидистиллатом. Достоверность экспериментальных данных оценивалась статистически. Среднее отклонение в значениях концентраций кислот не превышает экспериментальной ошибки 10 %.

С повышением концентрации кислоты в исходном водном растворе при её индивидуальной экстракции наблюдается, как обычно,

существенное повышение концентрации кислоты в экстракте. При совместной экстракции кислот перенос фосфорной кислоты из смеси кислот ухудшается при увеличении концентрации азотной кислоты, но даже при самой высокой концентрации последней (3,4 М) эффект снижения не превышает 30 %. Извлечение азотной кислоты из смеси кислот, наоборот, заметно усиливается при повышении концентрации фосфорной даже при концентрации последней 6 М. Таким образом, фосфорная кислота выступает как высаливатель по отношению к азотной кислоте.

При объяснении наблюдаемых экстракционных равновесий в данных системах следует учитывать свойства каждой фазы и их изменения при усложнении системы.

На экстракцию кислот оказывает влияние состояние веществ в каждой фазе. Неидеальность водных растворов рассматриваемых кислот высока, что подтверждается существенным изменением коэффициентов активностей.

Концентрация кислот в органической фазе невелика, поэтому в первом приближении можно считать, что она не оказывает преобладающего влияния, и ограничиться рассмотрением водной фазы. Водные растворы смеси рассматриваемых кислот представляют собой сложные системы, в которых имеются ионы, образующиеся при диссоциации кислот, в той или иной мере гидратированные, возможны ионные ассоциаты типа рассмотренных, хотя и для другой системы, в работе. При достаточно высокой концентрации кислот возможны и недиссоциированные молекулы фосфорной кислоты. Введение в раствор фосфорной кислоты азотной кислоты приводит к смещению ионных равновесий. Являясь сильной кислотой, она увеличивает концентрацию ионов гидроксония, т. е. одноименного иона, что в конечном итоге должно привести к снижению диссоциации фосфорной кислоты, т. е. увеличению доли молекулярной формы, которая способна экстрагироваться ТБФ.

Кроме того следует учитывать особенно при высокой концентрации кислот снижение активности воды в системе и изменение характера гидратации ионов из-за ее недостатка.

Во втором приближении трактовки результатов исследования совместной экстракции кислот надо учитывать возможность самоассоциации фосфорной кислоты в водной фазе с образованием димера $(\text{H}_3\text{PO}_4)_2$. Экстракция ТБФ будет сопровождаться образованием сольватов различного состава: $(\text{H}_3\text{PO}_4)_m(\text{ТБФ})_n$ ($m = 1-2$, $n = 1-3$), $(x\text{ТБФ})(\text{H}_3\text{PO}_4)$ ($x = 1, 2, 6$).

Таким образом, при экстракции кислот ТБФ из смеси наблюдается ухудшение экстракции фосфорной при увеличении концентрации азотной, и улучшение экстракции азотной – при увеличении концентрации фосфорной, но коэффициент распределения её снижается. Результаты объяснены на качественном уровне.

УДК 661.152

Казаков П.А., Назаров Д.С., Рассохина Л.Ю.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА

Анализ рынка минеральных удобрений показывает, что спрос на удобрения растет в среднем на 2,1% в год. Лидером по производству удобрений является МХК ЕвроХим. Это вертикально интегрированная компания, располагающая мощностями по добыче природного газа и минерального сырья, по производству удобрений, логистической и сбытовой инфраструктурой в целом ряде стран. Одним из ключевых активов ЕвроХима, является Промышленная Группа «Фосфорит», производящее широкий спектр продукции, в том числе и аммофос. Сырьем для его производства служит аммиак и фосфорная кислота. Аммофос – высококонцентрированное гранулированное азотно-фосфорное удобрение (содержание азота составляет 10-12%, усвояемого фосфора – 42-52 %). Его широко используют для приготовления смешанных удобрений. Считается, что тукосмеси – будущее минеральных удобрений, так как при их приготовлении существует возможность адаптации продукции под конкретные растения и почвы. Это одновременно является экономически выгодным для потребителей и способствует внедрению лучшей практики ведения сельского хозяйства – оптимальное питание при минимальном внесении.

Для повышения конкурентоспособности необходимо осуществить мероприятия, направленные на повышение эффективности производства. Предлагается увеличить мощность производства цеха аммофоса при действующей загрузке цеха фосфорной кислоты. Это возможно осуществить за счет введения калийной добавки в виде сульфата калия. Таким образом, можно получить бесхлорное, полное (NPK), концентрированное удобрение, пригодное для всех видов культур. При этом не требуется глобальной модернизации цеха и, соответственно, больших капитальных затрат.

Сернокислый калий можно получать: обменной реакцией между KCl и MgSO₄, Na₂SO₄, FeSO₄ – конверсионным или ионообменным способом или взаимодействием KCl с H₂SO₄ при высокой температуре

(500 °С) – метод Мангейма. В качестве побочного продукта выделяют соляную кислоту. Место добычи хлорида калия – Гремячинский ГОК (Волгоградская область).

УДК 541.128

*Чернышев И.Н. *, Обысов А.В. *, Гоца Д.А. ***

(* ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», Тульская обл., г. Новомосковск,
** ФГУП «ОКБ «ФАКЕЛ», г. Калининград)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЖАРОПРОЧНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТОПЛИВ

В настоящее время в космических аппаратах используются высокоэнергетические топлива.

Двигатели малой тяги на космических аппаратах служат для их ориентации в пространстве, стабилизации положения и коррекции орбит. Процесс воспламенения топлива происходит при взаимодействии его с предварительно разогретым катализатором, поэтому такие двигатели еще называют термокаталитическими.

В настоящее время в качестве топлива применяют высокотоксичные соединения. В связи с этим для снижения негативного влияния на окружающую среду целесообразными представляются разработки высокоэнергетических нетоксичных топлив. Однако такие топлива имеют высокую температуру разложения, снижение которой возможно при использовании катализаторов, представляющих собой пропиточные системы на основе высокотемпературного носителя. Такие системы имеют относительно низкую удельную поверхность, что негативно сказывается как на активности, гидравлическом сопротивлении, так и на технологическом процессе. Использование в качестве активной фазы платиноидов или редкоземельных металлов, так же ставит задачу снижения доли активного компонента в катализаторе.

В связи с этим нами была предпринята попытка создания катализатора, лишённого этих недостатков. Было принято решение отказаться от классических пропиточных систем и использовать металлсодержащую кремнийорганику.

Создание катализатора на основе полиметаллорганосилоксанов позволит получить систему с высокой активностью, благодаря тому, что активный компонент распределяется в виде высокодисперсной фазы в пористой матрице из диоксида кремния, что позволяет получить высокоактивный катализатор. Кроме того, предполагается что, наличие матрицы препятствует спеканию активного компонента при

длительной работе и высоких температурах (последние особенно важно при разложении высокоэнергетических топлив на основе ионных жидкостей).

УДК 66.097.3

Кутепова А.Г., Мещеряков Г.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СХЕМЫ ОТДЕЛЕНИЯ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА С ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИЕМ АГРЕГАТОВ

Последовательная структура соединения агрегатов синтеза метанола обладает главным недостатком – размеры реакторов значительно отличаются друг от друга. Реакторы должны изготавливаться по индивидуальным проектам, поэтому они не взаимозаменяемые. Все это значительно удорожает их изготовление и ремонт. Для устранения этого недостатка нами предлагается схема отделения синтеза метанола с параллельно-последовательной структурой соединения агрегатов (рис. 1.).

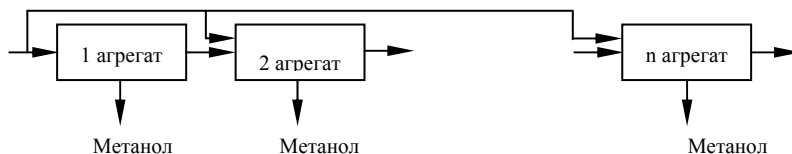


Рис. 1. Схема отделения синтеза метанола с параллельно-последовательной структурой соединения агрегатов

Синтез-газ, поступающий в отделение синтеза метанола, разделяется на n -потоков, где n – количество агрегатов в отделении синтеза метанола. Первый поток подается на вход первого агрегата, где происходит синтез метанола. Метанол и вода, образовавшиеся в процессе синтеза, отделяются, а синтез-газ смешивается со вторым потоком свежего синтез-газа и поступает на вход второго агрегата, где процесс повторяется.

Расходы потоков, начиная со второго, выбираются такими, чтобы расход смеси на входе последующего агрегата был постоянным и равным расходу первого потока.

Результаты расчетов показывают, что составы газов на выходе реакторов схемы синтеза метанола с параллельно-последовательной схемой соединения агрегатов, рассчитанных из условий одинакового выхода метанола или одинакового выхода второго продукта (водорода

или аммиака) отличаются незначительно. С точки зрения технической реализации более целесообразно использовать схемы, рассчитанные из условия одинакового выхода по второму продукту. Это связано с тем, что реакторы синтеза метанола независимо от критерия расчета будут иметь различные геометрические размеры. Для обеспечения необходимой степени очистки синтез-газа от CO и CO₂ после отделения с параллельно-последовательной структурой устанавливаются отделения с последовательной структурой. Количество агрегатов в отделении синтеза метанола определяется степенью дискретизации изменения выхода продуктов.

УДК 66.097.3

Грядюшко Н.И., Меццяков Г.В., Фатеева Н.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
УСТРОЙСТВО СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

Упрощенная схема реактора синтеза метанола с движущимся слоем катализатора приведена на рис. 1.

Синтез-газ и катализатор движутся по реактору сверху вниз. Температуры синтез-газа и катализатора в верхней части реактора одинаковы и равны 190–215 °С. Скорость движения катализатора выбирается такой, чтобы температура катализатора на выходе из реактора не превышала 260–270 °С. катализатор выводится из реактора через холодильник 3, где он охлаждается холодным синтез-газом до температуры 230 - 240 °С, синтез-газ при этом нагревается до температуры 150–180 °С.

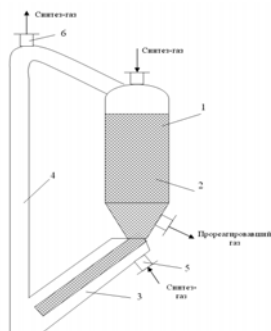


Рис. 1. Схема реактора синтеза метанола с движущимся слоем катализатора: 1 – реактор; 2 – катализатор; 3 – холодильник; 4 – транспортная труба; 5 – штуцер для подачи холодного синтез-газа; 6 – штуцер для отвода избыточного синтез-газа; 7 – штуцер для подачи недостающего синтез-газа.

Далее катализатор по транспортной трубе 4 доставляется за счет лифт-эффекта на вход реактора синтез-газом. При движении по транспортной трубе температура газа и катализатора выравнивается. Если синтез-газа для создания лифт-эффекта больше, чем требуется для синтеза метанола, то избыток синтез-газа выводится через штуцер 6 и подается в холодильник, где синтез-газ остывает до температуры исходного синтез-газа и подается на вход реактора. Если расход синтез-газа в транспортной трубе меньше, чем требуется для синтеза, то нехватку восполняют подачей синтез-газа через штуцер 7.

УДК 66.096.5

Прокопец А.А., Добровенко В.В., Леонов В.Т.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКТОРА КС В ПРОЦЕССЕ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

Конверсия метана осуществляется при производстве водорода, используемого для гидрирования, и синтез-газа для получения аммиака, метанола.

Процесс проводят в основном в реакторах с неподвижным слоем катализатора. Слой катализатора располагается на жёсткой опорной решётке, выдерживающей вес катализатора и перепад давления в слое. Катализатор в слое загружается «в навал», слой неоднороден по укладке зёрен. Очевидно, что основная часть газа проходит по пути с менее плотной упаковкой зёрен. Неоднородное распределение потока в слое приводит к различному превращению в различных его частях, разному тепловыделению, неоднородной температуре.

Перспективные реакторы со взвешенным слоем катализатора – псевдосжиженным (кипящим) слоем. Циркулирующие частицы катализатора выравнивают температуру в слое – процесс в нём может протекать практически изотермически.

Коэффициент теплоотдачи в кипящем слое более чем на порядок превышает таковой от неподвижного слоя. Подвижность частиц даёт возможность организовать течение твёрдого материала через реактор, что существенно для процесса с изменяющейся активностью катализатора. Перемешивание реакционной смеси в псевдосжиженном слое приближает режим к идеальному смешению.

Для эффективного осуществления процесса конверсии метана в псевдосжиженном слое катализатора необходимо обеспечить высокое качество структуры кипящего слоя. Структура слоя характеризуется локальной и общей неоднородностью. Часто причиной повышенной неоднородности псевдосжиженного слоя является неудовлетворитель-

ная работа газораспределителя. И лишь наличие надёжной методики расчёта и квалифицированный выбор газораспределительного устройства позволяют обеспечить равномерное распределение катализатора в объёме аппарата и равномерное распределение пузырей и каналов сжижающего агента по сечению слоя.

Отмечаются нестабильный и стабильный режимы работы газораспределителя. Граница между этими режимами, называемая точкой стабилизации, характеризуется определённой скоростью газа и сопротивлением решётки.

Газораспределитель должен обеспечить равномерное поле скоростей по сечению слоя. Это условие выполняется путём подбора сопротивления решётки, не ниже сопротивления в точке стабилизации, при оптимальных значениях её основных параметров.

В промышленной практике наибольшее распространение среди распределителей неподвижного типа получили перфорированные решётки. Важнейшими параметрами этих распределителей являются: доля живого сечения ψ и диаметр отверстия d_0 .

Для определения необходимого минимального сопротивления решётки, обеспечивающего удовлетворительное качество структуры слоя. Нет единого мнения о влиянии различных параметров газораспределителя, слоя катализатора и сжижающего агента. Это вызывает определённые трудности при конструировании узлов промышленных контактных аппаратов с заданным качеством структуры слоя.

В данном сообщении предлагается метод определения оптимальных параметров перфорированной газораспределительной решётки для аппарата конверсии метана в кипящем слое катализатора.

Определены доля живого сечения газораспределителя и гидравлическое сопротивление, соответствующее определённой рабочей скорости в аппарате.

УДК 546.05:621.352.6:661.874.22

Маликова С.А., Александрова О.А., Добрыднев С.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПОЛУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОГО ОКСИДА НИКЕЛЯ НА ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТОМ ЦЕМЕНТЕ

Повышение производства и использования электроэнергии, является одной из глобальных проблем современности. В настоящее время особое внимание уделяется технологиям водородной и электрохимической энергетики, которые характеризуются высоким КПД генерации энергии, практически полным отсутствием вредных выбросов за счет применения топливных элементов (ТЭ) [1].

По рабочей температуре ТЭ можно разделить на низкотемпературные (ниже 150°C), средние температуры (150 - 250°C) и высокотемпературные (550 - 1000°C). Высокотемпературные элементы предназначены главным образом для крупномасштабных стационарных установок большой мощности, которые длительное время работают непрерывно и для которых важна высокая общая эффективность использования энергии топлива. Проблема высокой стоимости существующих водородных ТЭ может быть решена путем создания новых электрокатализаторов, которые содержат меньше дорогих материалов (таких как металлы платиновой группы) и менее требовательных к чистоте водорода. Использование сплавов платины с переходными металлами (Ni, Co и др.), металл-оксидных или оксидных систем повышает их каталитическую активность и стойкость к отравлению оксидом углерода.

Электроды современных конструкций ТОТЭ имеют многослойную структуру. Как минимум твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) состоят из трех основных компонентов: анод, катод и электролит. Анод как минимум изготавливается из двух слоев – функционального, на котором протекает реакция окисления топлива, и токосъемного. В качестве анодного материала наиболее часто используют кермет из никеля и твердого оксидного электролита. В качестве материала для изготовления анода могут служить пористый никель, кобальт, рутений, платина медь или сплавы никеля с кобальтом. Однако, как правило, и функциональный, и токосъемный слои анода изготавливают из материала на основе композита оксида никеля и анионного проводника NiO-ZrO₂-Y₂O₃ (NiO/YSZ), поскольку никель относительно недорогой, обладает хорошей каталитической активностью парового риформинга природного газа.

В ТЭ с твердым электролитом основой является керамический электролит, на который наносятся (напылением или намазкой) электродные материалы и к которому прижимаются токоотводы. Керметный инертный анод содержит металлическую фазу и керамическую фазу, включающую соотношение компонентов, мол. %: NiO от 20 до 99, и по меньшей мере один оксид, выбранный из группы, включающей Al₂O₃, TiO₂, Cr₂O₃, Sc₂O₃, VO_x, TaO_x, MnO_x, NbO_x, CaO, Bi₂O₃, LnO_x, MgCr₂O₄, MgTiO₃, CaAl₂O₄, LaAlO₃, YbCrO₃, ErCrO₄, NiTiO₃, NiCrO₄ и их смеси.

В существующих технологиях производства промышленных оксидно-никелевых катализаторов состав формовочной массы одновременно включает никельсодержащие соединения и инертный носитель. В качестве инертного носителя был использован высокоглиноземистый цемент (талком), состава: CaO · 2Al₂O₃ (70%) и CaO · Al₂O₃ (30%),

который подвергали термической обработке по режиму: нагрев 0–400°C (30 минут), а затем изотермическая выдержка при 400°C (30 минут). Как показали результаты рентгенофазового анализа состав прокаленного образца талюма: $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (84,3%); $\text{Al}(\text{OH})_3$ (гиббсит) (6,7%); Al_2O_3 (γ) (6,5%); CaCO_3 (кальцит) (2,6%).

Навеску прокаленного талюма массой 5 г помещали в круглодонную колбу с мешалкой и наливали 200 мл аммиачно-карбонатного раствора с концентрацией аммиачного комплекса Ni^{2+} 0,214 М. Реакционную смесь подвергали гидротермальной обработке в термостате при температуре 80°C при непрерывном перемешивании в течение 8 часов. Затем осадок отделяли фильтрованием и сушили на воздухе в течение 15 часов, а затем в сушильном шкафу при температуре 50°C в течение 7 часов.

Осадок талюма состава: $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (72,8%)+ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ (15,4%) + CaCO_3 (кальцит) (11,8%), (данные рентгенофазового анализа), покрытый основным карбонатом никеля, подвергался прокаливанию при температурах 400°C, 700°C, 1000°C. В результате прокаливания основной карбонат никеля разлагается с выделением газообразного диоксида углерода и воды и образованием ультрадисперсного оксида никеля [2].

Средний размер частиц кристаллитов ультрадисперсного оксида никеля, определялся по уширению формы рентгеновского дифракционного профиля [3] (данные рентгенофазового анализа) и составил: 10 нм ($T_{\text{прок.}} = 400^\circ\text{C}$), 20 нм ($T_{\text{прок.}} = 700^\circ\text{C}$), 38 нм ($T_{\text{прок.}} = 1000^\circ\text{C}$). С увеличением температуры прокаливания средний размер частиц кристаллитов увеличивается, однако, это не приводит к существенному снижению каталитической активности полученного оксида никеля.

Таким образом, полученный оксидно-никелевый катализатор можно использовать при изготовлении анодов для средне- и высокотемпературных топливных элементов.

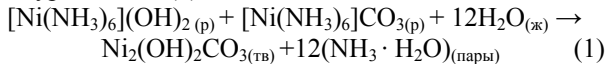
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока. — М: Энергоиздат, 1981.
2. Александрова О.А., Добрыднев С.В. Получение ультрадисперсных частиц оксида никеля для анодов твердооксидных топливных элементов. Первая международная конференция по интеллектоемким технологиям в энергетике (Физическая химия и электрохимия расплавленных и твердых электролитов) 18-22 сентября 2017 г. Сборник докладов, Екатеринбург, - 2017. – с. 61- 63.
3. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии / Пентин Ю.А., Вилков Л.В. – М.: Издательство АСТ, 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОСНОВНОГО КАРБОНАТА НИКЕЛЯ ИЗ АММИАЧНО-КАРБОНАТНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

В настоящее время известны различные способы получения ультрадисперсного порошка оксида никеля [1-3]. Синтез ультрадисперсных оксидных материалов термическим разложением основных солей металлов является наиболее технологичным и легко реализуемым в промышленных условиях. Получение основных карбонатов никеля, растворением гидроксида никеля в аммиачно-карбонатном водном растворе с последующей отгонкой воды и аммиака из реакционной смеси, по сравнению с другими известными способами, является не только экономичным, но и экологически безопасным.

Основной карбонат никеля (ОКН) получали упариванием аммиачно-карбонатного водного раствора комплекса Ni^{2+} в интервале температур 86-96°C. Как было показано ранее, в результате этого процесса образуется ОКН состава $\text{Ni}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (данные рентгенофазового анализа [4]), согласно уравнению (1).



В процессе отгонки воды и аммиака сначала происходило уменьшение числа лигандов NH_3 во внутренней координационной сфере аммиачного комплекса никеля, а затем его разрушение с выпадением осадка ОКН.

Изучение процесса образования ОКН проводили по следующей методике. Водный раствор аммиачного комплекса Ni^{2+} с начальной концентрацией 0,214 М помещали в стеклянный реактор и устанавливали на водяную баню. Пары аммиака и воды после отгонки конденсировали с помощью холодильника и измеряли объем водного раствора аммиака, отделенного от исходного раствора. Затем отбирали пробу на определение остаточного содержания аммиачного комплекса никеля в реакционной смеси. Содержание аммиачных комплексов никеля Ni^{2+} определяли спектрофотометрическим методом по калибровочным зависимостям. В табл. 1. представлены результаты измерения концентрации аммиачного комплекса Ni^{2+} в пробах.

В процессе упаривания гомогенной реакционной смеси, как видно из табл. 1, при переходе от первой пробы к четвертой наблюдается повышение концентрации аммиачных комплексов никеля, что

сопровождается увеличением оптической плотности. При достижении концентрации аммиачного комплекса Ni^{2+} 0,264 М в результате пересыщения раствора по растворимости основного карбоната никеля происходит образование осадка. Затем происходит снижение значения концентраций аммиачного комплекса Ni^{2+} в реакционной смеси (пробы № 5 и № 6).

Таблица 1

Значения концентраций аммиачного комплекса Ni^{2+} в пробах

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$C(\text{Ni}^{2+}), \text{M}$	0,220	0,237	0,250	0,264	0,124	0,077

Из условий материального баланса по катиону никеля рассчитывали степень превращения никеля ($\alpha_{\text{превращ}}$) перешедшего в осадок ОКН из реакционной смеси по уравнению (2)

$$\alpha_{\text{превращ}} = n(\text{Ni}^{2+})_{\text{перешло в осадок}} / n(\text{Ni}^{2+})_{\text{нач}} \quad (2),$$

где $n(\text{Ni}^{2+})$ – число молей никеля Ni^{2+} перешедшего в осадок, моль; $n(\text{Ni}^{2+})_{\text{нач}}$ – начальное значение числа молей аммиачного комплекса никеля в предыдущей пробе, моль.

Степень упаривания реакционной смеси рассчитывали по уравнению (3)

$$\alpha_{\text{упаривания}} = V / 300 \quad (3),$$

где V – объём реакционной смеси текущее значение, мл.

Зависимость степени превращения аммиачных комплексов никеля в ОКН от степени упаривания реакционной смеси, показана на рис. 1.

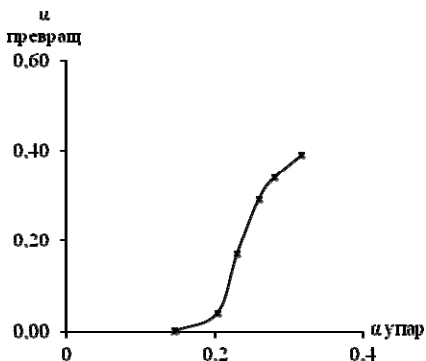


Рис. 1 Зависимость степени превращения аммиачных комплексов никеля в ОКН от степени упаривания реакционной смеси

Как видно из рис. 1, с изменением степени упаривания от 0 до 0,20 образование осадка ОКН не наблюдается, и реакционная смесь остается гомогенной. При достижении степени упаривания 0,20 наблюдается выпадение осадка ОКН, что связано с разрушением аммиачных комплексов никеля в результате отгонки аммиака и воды. Таким образом, твердая фаза основного карбоната никеля выделяется из пересыщенного раствора аммиачного комплекса никеля с концентрацией 0,264 М.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боресков Г. К. Катализ. Вопросы теории и практики. Избранные труды. / Боресков Г.К. – Новосибирск: Наука, 1987. – 538 с.
2. Патент РФ №2011141081/02, 10.10.2011 Килимник А.Б., Острожкова Е.Ю., Бакунин Е.С.. Способ получения ультрамикродисперсного порошка оксида никеля на переменном токе// Патент РФ №2503748.2014 Бюл. №1.
3. Патент РФ №1797993/02, Исаев О.В., Пархоменко В.Д., Белов В.В., Недвига А.А., Приходько В.И., Романовская Л.Г., Цыбулев П.Н., Гершун А.В., Воронин П.В. Способ получения оксида никеля // Патент РФ № 4890045. 1993 Бюл. №8.
4. Александрова О.А., Добрыдnev С.В. Получение ультрадисперсных частиц оксида никеля для анодов твердооксидных топливных элементов. Первая международная конференция по интеллектоемким технологиям в энергетике (Физическая химия и электрохимия расплавленных и твердых электролитов) 18-22 сентября 2017 г. Сборник докладов, Екатеринбург, -2017. – с. 61- 63.

УДК 6.097.3:66.094.1÷546.172.6

Назаров Д.С., Моисеев М.М.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА

Источниками оксидов азота в воздухе являются выхлопные газы автотранспорта, теплоэлектроцентрали, предприятия черной металлургии и химической промышленности. Концентрация оксидов азота может колебаться в зависимости от источников от 0,1 до 0,35 % и максимальна в выбросах производств азотной кислоты. В связи с высокой токсичностью оксидов азота содержание их в воздухе весьма жестко ограничено: среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) оксидов азота в пересчете на NO_2 составляют 5 мг/м³, максимальная разовая концентрация - 0,086 мг/м³.

Наиболее перспективным из каталитических способов очистки газов от оксидов азота является метод селективного каталитического восстановления (СКВ) аммиаком. Это связано с тем, что аммиак в отличие от других восстановителей способен селективно восстанавливать оксиды азота в присутствии избытка кислорода, содержащегося в выхлопных газах. Данный процесс идет при значительно более низких температурах, чем с углеводородным восстановителем.

В качестве катализаторов СКВ оксидов азота было испытано большое количество оксидов таких металлов, как ванадий, хром, цинк, железо, медь, марганец, никель, кобальт, молибден и т.д. Каталитическая активность образцов при 200-350⁰С убывает в последовательности: Pt > MnO₂ > V₂O₅ > CuO > Fe₂O₃ > Cr₂O₃ > Co₂O₃ > MoO₃ > NiO > WO₃ > Ag₂O > ZnO > Bi₂O₃ > Al₂O₃ > SiO₂ > PbO.

В результате проведенных исследований было установлено, что катализаторы марки Н 1:1 и Н 1:1,5, предназначенные для осуществления процесса СКВ оксидов азота аммиаком, удовлетворительно работают в при объемной скорости 7500-15000 ч⁻¹ в интервале температур 250-300⁰С. Степень восстановления при этих условиях составляет 97,6%. При температуре выше 300⁰С наблюдается окисление NH₃ кислородом воздуха, что повышает остаточное содержание оксидов азота в очищаемом газе. В интервале температур 280 - 300⁰С влажность очищаемого газа незначительно сказывается на степени восстановления.

УДК 541.8:536.6:532.14

Беликова Д.В., Королева Е.А., Куимова А.В., Скорба В.Р., Новиков А.Н.
(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

СТРУКТУРНО-ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТВОРОВ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА

Настоящая работа является продолжением исследований растворов на основе диметилсульфоксида (ДМСО). Диметилсульфоксид – перспективный растворитель, относящийся к группе апротонных диполярных растворителей, обладает рядом ценных свойств – хорошей растворяющей способностью по отношению к широкому классу резин, пластмасс, газов, неорганических соединений, нетоксичностью, высокой температурой кипения. ДМСО хорошо смешивается с другими растворителями (с водой, например, неограниченно), что расширяет возможности его применения в химии и технологии. Исследование ДМСО и его смесей с другими растворителями интересно и в теоретическом плане, т.к. позволяет выяснить характер, оценить вклад специ-

фической и универсальной составляющей в общую энергию межмолекулярных взаимодействий.

В работе калориметрическим и денсиметрическим методом исследована система ДМСО - вода во всей области составов при 308,15 К. Измерения теплоемкости выполнены с высокой точностью на герметичном калориметре с изотермической оболочкой и платиновым термометром сопротивления в качестве датчика температуры. Погрешность измерения теплоемкости составляла не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ Дж(г·К)⁻¹. Для исследования плотности растворов была использована прецизионная пикнометрическая установка. Погрешность измерения плотности растворов составляла $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ г·см⁻³. Для приготовления растворов использовали дважды перегнанную воду и ДМСО, осушенный молекулярными ситами 4А, и дважды перегнаный под вакуумом (содержание воды составляло 0,03 % масс.). На основании данных о теплоемкости и плотности растворов рассчитаны величины отклонения мольных теплоемкостей и объемов от аддитивности. Концентрационные зависимости избыточных функций смешения ΔC_p^E и ΔV^E имеют значительный экстремум в области составов 0,3-0,4 мольной доли ДМСО, что свидетельствует о специфическом взаимодействии компонентов системы, приводящем к образованию ассоциата ДМСО·2Н₂О. Полученные результаты были обсуждены в связи с особенностями специфических и универсальных межмолекулярных взаимодействий в изученной системе.

УДК 615.014

Калашикова М.А., Новикова Е.А., Елистратова А.О., Сухинина О.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ СЕРЫ И ЕЕ СОЕДИНЕНИЙ

Сера является одним из жизненно необходимых элементов. Она относится к макроэлементам и имеет большое значение для нормального функционирования организма человека, входит в состав таких биомолекул, как белки, аминокислоты, гормоны, витамины.

В медицинской практике лекарственные препараты на основе серосодержащих веществ применяются как в профилактических, так и в терапевтических целях, в основном для устранения кожных поражений. Наружно в виде мазей и присыпок применяют осажденную серу, как индивидуальное лекарственное средство, так и виде мазей. Мазь серно-нафталиновая, пасты серно-цинко-нафталиновая, салицилово-

серно-цинковая используются для лечения многих кожных заболеваний, снятия проявлений аллергической реакции на коже, лечения чесотки. Ванны с серой могут облегчить боли при ревматизме и подагре, сера очищенная применяется внутрь как лёгкое слабительное и отхаркивающее средство.

Одним из довольно известных серосодержащих лекарственных веществ, применяемых фармацевтической промышленностью для создания лекарственных форм, является тиосульфат натрия. Диапазон его применения в медицине очень широк. Он используется как десенсибилизирующее, противовоспалительное и антитоксическое лекарственное средство. Натрия тиосульфат способен взаимодействовать с целым рядом ядовитых веществ, образуя нетоксичные или малотоксичные соединения, что обеспечивает его свойства как антидота; эффективен в отношении ртути, свинца и их соединений, синильной кислоты, йода, брома, фенола, бензола, анилина и многих других. Использование его в качестве антидота связано с тем, что тиосульфат-ион – сильный комплексообразователь, для многих тяжелых металлов комплексы с ионом $S_2O_3^{2-}$ являются чрезвычайно стойкими и с их помощью можно вывести тяжелые металлы из организма при отравлениях ими.

В условиях нарастающего техногенного загрязнения окружающей среды экологически опасными факторами химической природы, все более актуальной становится проблема их сбалансированного поступления в организм и влияния на биологические процессы, а также разработка средств и методов защиты человека и животных.

УДК 615.014

Батыркулыева Майса, Щукина И.А., Кулешова К.С., Костылева Е.И.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СОЕДИНЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

По содержанию в организме человека железо относится к жизненно необходимым микроэлементам. Большая часть железа ($\approx 70\%$) сосредоточена в гемоглобине крови. Железо входит в состав ферментов, например, цитохромов, каталазы и др. В связанной форме железо находится в белках, которые выполняют роль переносчиков железа. Соединения железа (II) используются при различных заболеваниях, сопровождающихся анемией.

В работе синтезирован сульфат железа (II) растворением избытка восстановленного железа в 30%-ном растворе серной кислоты при нагревании до 80 °С. Препарат легко растворим в воде (слабокислая реакция раствора). рекомендует для Обнаружение катиона железа про-

водили согласно ГФ реакцией образования синего осадка турбулевого сини при действии гексацианоферрата калия. Сульфат-ион обнаруживали по реакции с раствором хлорида бария.

Для количественного определения использовали реакцию окисления ионов железа (II) в ионы железа (III) с помощью титрованного раствора перманганата калия. Фотометрический метод основан на образовании окрашенного комплекса железа (II) с о-фенантролином. Оптическую плотность измеряли при 508 нм. Определение общего содержания железа в полученном соединении и установление его примесей проводили методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Важность и необходимость контроля чистоты обусловлена тем, что присутствие примесей в лекарственных веществах снижает их фармакологическое действие и делает их опасными для здоровья человека.

Таким образом, в результате работы получен реактив, не содержащий не допустимых количеств примесей, кислот и щелочей, восстанавливающих веществ. Предложенный метод синтеза можно рекомендовать для получения лекарственных препаратов, применяемых при железодефицитных состояниях.

УДК 546.8

*Леонтьева Е.А., Нейман Ю.В., Костылева Е.И.,
Новиков А.Н., Добрыднев С.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПЕНОГАСИТЕЛИ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Целью данной работы является изучение эффективности пеногасителей различной природы в производстве фармацевтических субстанций, антибиотиков, ферментов.

Многие производственные процессы сопровождаются пенообразованием, что может создавать серьезные затруднения в проведении технологических процессов. Наиболее широко распространенным способом в борьбе с пенообразованием является использование противопенных добавок — пеногасителей (химическое пеногашение).

Широкое распространение в самых различных областях промышленности в качестве пеногасителей получили кремнийорганические соединения, обладающие комплексом ценных свойств: они химически инертны, устойчивы и эффективны при высоких температурах, доступны и дешевы. Один из способов применения силиконовых пеногасителей – в виде водной эмульсии заданной концентрации. Однако, данные продукты не могут применяться при температуре выше 45⁰С. Для этого на практике используют сополимеры окиси этилена и

пропилена общей формулы $\text{HO}-(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_a(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})_b(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_c\text{-H}$. К сополимеру для усиления пеногасящего действия добавляют кремнийорганические соединения.

Для испытаний были взяты следующие составы: полидиметилсилоксановая жидкость марки ПМС-200А, ее водная эмульсия, сополимер окиси этилена и пропилена, и его смесь с кремнийорганическими соединениями с различным органическим обрамлением.

Для оценки эффективности пеногасителей определяли эффективность пеногашения. Пеногасящие свойства определялись по уменьшению высоты столба пены, полученной продуванием газа через раствор ПАВ после добавления пеногасителя.

В ходе испытаний выявлено, что наиболее эффективным пеногасителем является смесь сополимер окиси этилена и пропилена и полидиметилсилоксановой жидкости ПМС-200-А.

УДК 546.8

Назарова А.Г., Королева Е.А., Николаева Д.С., Иваненко О.И.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ЦИТРАТА НАТРИЯ

Цитрат натрия с начала XX века стал неотъемлемой частью медицины, улучшил качество пищи. Цитрат натрия - натриевая соль лимонной кислоты $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$.

Были получены четыре образца цитрата натрия с использованием лимонной кислоты. Лимонную кислоту получали для двух первых образцов цитрата натрия из плодов цитрусовых. Лимонная кислота, полученная в лаборатории НИ РХТУ, была идентифицирована с помощью ИК спектроскопии. Сравнили полученные экспериментально ИК-спектры со спектрами из базы данных IRPal. В ИК-спектрах лимонной кислоты присутствуют характеристические полосы карбоксильной группы – валентных колебаний связей $\text{C}=\text{O}$ на $1756\text{-}1738\text{ см}^{-1}$, Наличие полос поглощения в области $3500\text{-}3200\text{ см}^{-1}$ обусловлено валентными колебаниями гидроксильной группы, на характер которой могут влиять водородные связи, а также колебания карбоксильных групп. Полосы поглощения в области $3300\text{-}2800$ соответствует колебаниям группы C-H , а слабые колебания $2400\text{-}2200$ соответствуют группе C-C . Расхождения в спектрах четырех видов образцов незначительные и совпадают со спектрами из базы данных IRPal.

Далее проводили идентификацию цитрата натрия по ГФ и ФС. Цитрат натрия - твердая, кристаллическая субстанция. Цитрат натрия легко растворим в воде, практически нерастворим в спирте. Фармако-

пейные аналитические реакции, а также нефармакопейные реакции на цитраты – реакция Штаре и реакция с реактивом Дениже, позволяющие сделать вывод о чистоте полученных веществ в условиях учебной лаборатории.

Изучалось хроматографическое определение цитрат-ионов в растворах приготовленных в условиях лаборатории НИ РХТУ и растворов, применяемых для инфузионной терапии. Экспериментально подтверждено, что использование хроматографических методов анализа фармакопейных препаратов для контроля качества удовлетворяет современным требованиям международных стандартов.

УДК 541.68:543.62

*Румянцева Д.П., Елистратова А.О., Николаева Д.С., Саломасова Г.Г.,
Овчинников Н.Е., Сенчурова Д.А., Скорба В.Р., Новиков А.Н.*
(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

СИНТЕЗ И АНАЛИЗ КАРБОНАТА ГИДРОКСОМАГНИЯ

Катион магния является жизненно-важным элементом, который находится во всех тканях организма и необходим для нормального функционирования клеток. Соединения магния играют большую роль в деятельности центральной нервной системы живых организмов. В зависимости от концентрации соли магния могут оказывать седативный, снотворный или наркотический эффект. С участием ионов магния связано функционирование многих ферментов. Ионы Mg^{2+} участвуют в стабилизации двухцепочной структуры ДНК. Поэтому соединения магния используют для создания лекарственных препаратов, в которых они могут являться как активным веществом, так и вспомогательным.

Магния карбонат основной $Mg(OH)_2 \cdot 4MgCO_3 \cdot H_2O$ (*Magnesii subcarbonas*), карбонат гидроксомагния, магнезия белая - вяжущее и антацидное средство. Белый легкий порошок, иногда большие пористые куски, без запаха. Практически нерастворим в воде, не содержит углекислоты, растворим в разведенных минеральных кислотах. Применяют наружно как присыпку, внутрь как легкое слабительное и как средство при гиперацидозах и отравлении кислотами.

Один из методов получения карбоната гидроксомагния основан на взаимодействии растворов солей магния с растворами карбонатов в щелочной среде. При этом образуются продукты (например, $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$, $5MgCO_3 \cdot 2Mg(OH)_2 \cdot 7H_2O$ и др.), состав которых зависит от температуры и других условий проведения реакции.

В работе синтезирован карбонат магния основной. Проведен качественный и количественный анализ полученного вещества, а также

образцов лекарственных препаратов различных изготовителей. Проведена оценка соответствия качества исследованных препаратов требованиям государственной фармакопеи. Сделаны выводы о точности и воспроизводимости стандартных методик определения качественного и количественного состава магниевых солей угольной кислоты.

УДК 541.12

Танчев Р.А., Овчинников Н.Е., Ненартович Н.А., Иваненко О.И.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ АЦЕТАТА КАЛЬЦИЯ

В фармацевтике и медицине ацетат кальция применяется в производстве фосфат-связывающих препаратов, снижает сывороточные уровни фосфора, восстанавливает положительный кальциевый баланс в организме.

Была получена соль карбоновой кислоты алифатического ряда - ацетат кальция и проведен его физико-химический анализ. Важнейшей частью фармакопейного анализа является контроль чистоты лекарственных веществ. Важность и необходимость контроля чистоты обусловлена тем, что присутствие примесей в лекарственных веществах снижает их фармакологическое действие и делает их опасными для здоровья человека.

Для проверки лекарственных веществ на подлинность проводили качественные реакции, указанные в ГФ; идентификацию лекарственных веществ, испытание на подлинность, определение доброкачественности лекарственного соединения ацетат кальция проводили методом ИК-спектроскопии. Сравнили полученные экспериментально ИК-спектры со спектрами из базы данных IRPal. В ИК-спектрах ацетата кальция присутствуют характеристические полосы валентных колебаний связей С-О 1390-1620 см⁻¹. Полосы поглощения в области 3300–2800 соответствует колебаниям группы С-Н-, а слабые колебания 2400–2200 соответствуют группе С–С-. Полученные данные соответствуют представленным в ФС на ацетат кальция. Далее ЛВ идентифицировали с помощью рентгенофазового анализа. Рентгендифракционный спектр показал наличие Са – 3100 имп/с. Провели определение рН водного раствора ЛВ потенциометрическим определением показателя активности иона водорода. Был проведен хроматографический анализ ацетат-ионов в синтезированном ЛВ и лекарственных препаратах аптечной продажи.

В РФ произошел резкий рост импортозамещающего производства средств инфузионной терапии. Следовательно, актуальна задача

совершенствования методов контроля качества фармацевтических препаратов данной группы.

УДК 615.014

*Эсенова А., Новикова Е.А., Щукина И.А.,
Живоглазов И.В., Сухинина О.А.*
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СОЕДИНЕНИЯ ВИСМУТА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Соединения висмута используют в медицине 150 лет в качестве подсушивающего и обеззараживающего средства. Благоприятное влияние его нерастворимых солей достаточно давно известно и используется до сих пор. Установлено, что соли висмута практически единственное активное средство, способное уничтожить бактерии *Helicobacter Pylori*, провоцирующие язвенную болезнь.

В фармацевтической химии применяются различные соединения висмута. Трибромфенолят висмута (ксероформ) активно борется с бактериями, оказывает вяжущее, подсушивающее и антисептическое действие. Применяют наружно в порошках, присыпках и мазях для лечения язв, воспалений слизистых оболочек, опрелостей и т. п. Входит в состав мази Вишневского. Висмут трикалия дицитрат (коллоидный субцитрат висмута) – основа противоязвенных лекарств, используется также и при лечении гастритов. Образует в кислой среде защитную плёнку на поверхности эрозий и язв.

Нитрат висмута основной оказывают вяжущее, противокислотное и умеренное слабительное действие. Используется при лечении язвенной болезни, энтеритах и колитах. В фармакопее висмута нитрат основной числится как антисептик и средство, защищающее стенки желудка. Механизм действия висмута нитрата основан на его способности коагулировать белки, с которыми контактирует это вещество, с образованием плотных альбуминатов. Таким способом на поверхности слизистой оболочки образуется своеобразная защитная пленка, состоящая преимущественно из прошедших процесс денатурации белков. Способность этого средства к образованию плотной защитной пленки из прошедших коагуляцию белков широко применяется, в том числе, и в дерматологической практике.

Последние исследования показывают, что предварительное принятие висмутсодержащих препаратов способно снизить токсический эффект от противораковой химиотерапии и, возможно, такие препараты могут оказаться эффективными и при лечении СПИДа. Следует отметить, что в медицине применяют соли висмута практически не-

растворимые в воде. Они используются как коллоидные растворы, не обладающие высокой токсичностью.

УДК 541.13

Брайловская А.В., Журавлев В.И., Жиркова Ю.Н.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФУЗИИ КАТИОНОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В ИОННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСПЛАВАХ

Электролиз на жидких металлических катодах многокомпонентных ионных расплавов, содержащих хлориды щелочноземельных металлов ($\text{MeCl}_2\text{-CaCl}_2$, SrCl_2 , BaCl_2), используется для получения сплавов Щ.З.М. Процессы протекают в режиме диффузионной кинетики со стороны обеих жидких фаз – металлического сплава и ионного, как правило солевого расплава. Часто используются расплавы на основе эквимольной смеси вида $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}}\text{-XMeCl}_2$. Поляризация со стороны электролита и предельные плотности катодного тока определяются содержанием ионов Me^{2+} , и скоростями их массопереноса, который в расплавах определяется в основном их диффузией. Особенностью электролиза хлоридных расплавов, например $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}}\text{-XMeCl}_2$, является частичный перезаряд $\text{Me}^{2+} \rightarrow \text{Me}^+$, возможность образования и растворения MeO в расплаве. В отдельных случаях необходимо добавление фтор-ионов (F^-), например в виде NaF , для депассивации металла катода. Таким образом в качестве рабочих могут рассматриваться расплавы с разным как катионным (Na^+ , K^+ , Me^{2+}), так и анионным (Cl^- , $\text{Cl}^-\text{-F}^-$, $\text{Cl}^-\text{-F}^-\text{-O}^{2-}$) составами. Коэффициенты диффузии Me^{2+} в таких расплавах значительно различаются. Известные данные показывают, что катодная поляризация увеличивается в указанном ряду анионных составов расплавов, уменьшается избирательность жидких металлических катодов к кальцию, стронцию, барию относительно натрия, увеличивается доля перезаряда. С учетом этих факторов использование экспериментального метода катодной хронопотенциометрии на жидком цинковом катоде не отвечает модели, положенной в его основу. Расчет поправочных коэффициентов, примененный ранее для корректировки данных по $D_{\text{Me}^{2+}}$ в чисто хлоридных расплавах, для хлоридно-фторидных (ХФ) расплавов затруднен, а в присутствии кислородсодержащих соединений (ОХ и ОХФ расплавы) экспериментальное определение $D_{\text{Me}^{2+}}$ и расчет поправок невозможны. Моделированию коэффициентов диффузии катионов в хлоридных расплавах, в первую очередь в $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}}$, уделялось большое внимание. Однако эти моде-

ли не рассматривали $D_{Ca^{2+}}$, $D_{Sr^{2+}}$ и $D_{Ba^{2+}}$, из-за отсутствия их экспериментальных значений. Диффузия в ионных расплавах может описываться двумя известными механизмами – трансляционным и перескоковым. В обеих моделях диффузант – жесткая сфера с радиусом r , а диффузионная среда – непрерывная «нейтральная» или имеющая полости «дырки» – жидкость с вязкостью $\langle \eta \rangle$. Стоксовский трансляционный механизм диффузии описывается уравнением Стокса–Эйнштейна (С.–Э.), которое применяют для расчета D при отсутствии экспериментальных данных или для оценки получаемых данных $D = RT / (6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot N_A)$. Это связано, в первую очередь, с определяющим вкладом трансляционной составляющей в величину D в жидких фазах. Очевидно, что ионные расплавы, как диффузионная среда, не полностью отвечают условиям уравнения Стокса–Эйнштейна. Катионы Me^{2+} в исследуемых расплавах существуют в составе комплексных анионов: $[MeCl_4]^{2-}$, $[MeF_4]^{2-}$, $[Me_2OCl_6]^{4-}$, $[Me_2OCl_6]^{4-}$. Очевидно, что при коллективной диффузии размер фактического диффузанта – $r_{ф.}$, значительно больше, чем катиона – $r_{Me^{2+}}$. Предлагается учитывать электростатическое взаимодействие катионов диффузантов (А.Н.Барабошкин) в ионном расплаве. По сути, это учет прочности комплексов, поскольку она определяется, в основном электростатическим взаимодействием Me^{2+} с лигандами. Такое взаимодействие растет в указанном ряду комплексных анионов, что подтверждается уменьшением коэффициентов активности γ (например для Sr^{2+} от 0,35 до 0,01) и увеличением их энергии образования ($E_{обр}$) по квантово-химическим расчетам. Например величина $E_{обр}$ составляет для Ca^{2+} от 2542 до 3440 кДж/моль. Для однотипных по составу комплексов их прочность уменьшается в ряду $Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$.

Сравнение данных о $D_{Me^{2+}}$ показало, что $D_{Ba^{2+}(Sr^{2+})}$ в $(K-Na)Cl_{экр}$ практически адекватно описывается уравнением С.–Э. при $r_d = r_{Ba^{2+}}(r_{Sr^{2+}})$, а $D_{Ca^{2+}экс} < D_{Ca^{2+}}$ по С.–Э.

Переход от хлоридных к хлоридно-фторидным расплавам приводит к уменьшению $D_{Ca^{2+}}$ примерно в 1,4 раза. В оксидно-галогенидных расплавах $D_{Me^{2+}}$ уменьшается почти на порядок, по сравнению с ХР. Это является косвенным свидетельством коллективного механизма диффузии громоздкого и прочного диффузанта, оценка приведенного размера которого является сложной задачей моделирования. Следует отметить, что наличие NaF приводит к увеличению η расплавов. Подобный подход к оценке размера различных микрогруппировок Ш.З.М., образующихся в жидких разбавленных сплавах пока-

зал свою применимость для расчета D. При этом используется уравнение Стокса–Эйнштейна и известные вязкости раствора – диффузионной среды. Кроме того комплекс–диффузанд должен иметь постоянный состав, что отвечает весьма прочным комплексным соединениям.

УДК 541.13

Лопатина М.Ф., Журавлев В.И., Жиркова Ю.Н.
(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ДВУХФАЗНЫХ СПЛАВОВ В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

При получении сплавов щелочноземельных металлов (Щ.З.М.–Me: Ca, Sr, Ba) на жидких металлических катодах (Ml) электролизом расплавов вида $MCl-X MeCl_2$ (где M – щелочной металл, Щ.З.– Li, Na, K) образуются, как правило, тройные сплавы (Me₃M)–Ml. Содержание в жидких сплавах Щ.З.М. (X_{Me}) и Щ.М. (X_M) зависит от природы металла катода, расплава, температуры, режима электролиза (i_k), а так же от фазового состава получаемых сплавов. Для описания составов жидких сплавов XMe–XM–Ml в области выполнения закона Генри (\approx до 5÷6 мол. % Me) предложено использовать показатель избирательности жидкого металлического катода Ml к Me относительно M – $\Theta'_{Ml,Me/M} = x_{Me}/x_M$. Величина показателя избирательности, выраженная через «условные равновесные потенциалы» бинарных сплавов Me(Ml) и M(Ml) в солевом расплаве известного состава $MCl - X MeCl_2$ ($E_{Me^{2+}/Me(Ml)}^{P*}$) и ($E_{M^+/M(Ml)}^{P*}$) при потенциале сплава ($E_{cn.}$) описывается в равновесных (квазиравновесных) условиях выражением

$$\ln \theta'_{Ml,Me/M} = (F/RT) \cdot (2E_{Me^{2+}/Me(Ml)}^{P*} - E_{M^+/M(Ml)}^{P*} - E_{cn.}) \quad (1)$$

При данной температуре максимальное значение выражения (1) принимает при достижении предельной растворимости (x_{Me}^L), т.е. достижении ликвидуса в системе Me–Ml. При этом содержание M в сплаве составит x'_M . При обогащении насыщенного сплава щелочноземельным металлом образуется двухфазный сплав – насыщенный раствор (L) и равновесное с ним интерметаллическое соединение, ИМС, состава $MeMl_n$, например, $SrZn_{13}$, $BaAl_4$, $BaGa_4$, $CaAl_2$ и т.д. Концентрации Me (x_{Me}^L) и M (x'_M) в жидкой фазе «L» двухфазных сплавов постоянны, как и в твердом ИМС – $x_{Me}^s = 1/(n+1)$ мол. дол. Считаем, что Щ.М. не включается в ИМС, т.е. $x_{Me}^s = 0$.

Для двухфазных сплавов, при общем содержании Щ.З.М. $x_{Me}^s > \bar{x}_{Me} > x_{Me}^L$ потенциал $E_{сн} = \text{const}$. В жидкой и твердой фазах отношения x_{Me}^L / x_M^L и x_{Me}^s / x_M^s постоянны, при любом \bar{x}_{Me} . Поэтому величина $\Theta'_{Ml,Me/M}$, описываемая уравнением (1), не подходит для оценки \bar{x}_{Me} / \bar{x}_M . Для оценки средних (аналитических) концентраций Me - (\bar{x}_{Me}) и M - (\bar{x}_M) через значения $\Theta^{(L)}_{Ml,Me/M}$ и фазовый состав при \bar{x}_{Me} необходимо оценить долю каждой из фаз в сплаве. Доля жидкой фазы «у» составляет

$$y = (x_{Me}^s - \bar{x}_{Me}) / (x_{Me}^s - x_{Me}^L) \quad (2)$$

При этом для оценки \bar{x}_{Me} / \bar{x}_M используем $\Theta^{(L)}_{Ml,Me/M}$ для жидкого насыщенного сплава

$$\Theta^{(\partial\delta)}_{Ml,Me/M} = \Theta^{(L)}_{Ml,Me/M} \cdot \left(\frac{\bar{x}_{Me}}{y \cdot x_{Me}^L} \right) = \Theta^{(L)}_{Ml,Me/M} \cdot \left(\frac{z + yz + y}{y} \right) \quad (3)$$

В уравнении (3) величина $z = (x_{Me}^s / x_{Me}^L)$ и является константой при данной температуре для 2-х фазного сплава, при этом $y > 0$. Увеличение доли твердой фазы $(1 - y)$ приводит к росту избирательности в равновесных условиях. Однако, при электролитическом образовании двухфазных сплавов Щ.З.М., процесс зарождения твердой фазы может сопровождаться многократно проявляющимися скачками фазового перенапряжения (η_ϕ). В зависимости от i_k величина η_ϕ может достигать более 0,1 В, что по нашему мнению, должно приводить к увеличению x_M по сравнению с x_M^L . При этом избыток Щ.З.М., больше x_{Me}^L , кристаллизуется в ИМС. При получении двухфазных сплавов сопровождающемся средней величиной перенапряжения $\bar{\eta}_\phi$ имеем зависимость

$$\Theta^{(\partial\delta),i}_{Ml,Me/M} = \Theta^{(\partial\delta)}_{Ml,Me/M} \cdot (-\bar{\eta}_\phi \cdot F / RT), \quad (4)$$

где $\Theta^{(\partial\delta),i}_{Ml,Me/M}$, $\Theta^{(\partial\delta)}_{Ml,Me/M}$ - показатели избирательности двухфазных сплавов в кинетических и равновесных условиях, соответственно.

Таким образом, получение сплава в виде двухфазного, позволяет увеличить избирательность исходного жидкометаллического катода. Данные опытов в целом отвечают прогнозным результатам расчетов для двухфазных сплавов с большой долей ИМС.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫДЕЛЕНИЕ ДЖОУЛЕВОГО ТЕПЛА В ВАННАХ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ

При прохождении технологического постоянного тока через электролизеры ЭХА, разновидностью которых являются гальванические ванны, в них протекают целевые процессы электролиза (катодного осаждения металла (сплава) и анодного растворения металла или выделения кислорода). Часть энергии электрического тока в любом ЭХА превращается в тепловую энергию, так называемую «Джоулево тепло». При этом из общей работы электрического тока в тепловую энергию не переходит та составляющая, которая затрачена на образование новых химических связей получаемых веществ, то есть в количестве $-\sum (\Delta H_i^0 / nF) \cdot VT_i$. Здесь ΔH_i^0 и VT_i – изменение энтальпий суммарных окислительно-восстановительных процессов в системе для каждой из «i» параллельно-протекающих реакций.

Как можно видеть, ΔH_i^0 – постоянная величина для данных реакций. Она не влияет на величину Джоулевого тепла в ЭХА. От параметров электролиза (i_k , i_a , T) зависит VT , но как правило, незначительно. В то же время возрастает, практически прямо пропорционально плотности тока величина I_a . За час работы в гальванической ванне выделяется количества тепла равное

$$Q_{Джэ} = 3600 \cdot I_a \cdot (U_{эха} - \sum (\Delta H_i^0 / nF) \cdot VT_i) \cdot K_z$$

При этом гальванические ванны относятся к ЭХА периодического принципа действия и характеризуются коэффициентом загрузки (K_z), который показывает долю времени нахождения ванны под током и составляет от 0,3 до 0,85. Основным фактором, влияющим на величину $Q_{Джэ}$ является линейная сила тока I_a , возрастание поляризации электродов при их уменьшении (растворение анодов). Кроме того, возможен рост омических составляющих за счет уменьшения удельной электропроводности, увеличения газонаполнения, уменьшения пористости диафрагмы.

Значительно меняется и увеличивается I_a при применении дополнительных приспособлений, то есть добавлении дополнительных электродных поверхностей, например, «рамок» для подвесок или «наполнителей» для барабанов. В последнем случае сила тока на ванну может возрастать в 3-5 раз по сравнению с рассчитанной силой на це-

левую покрываемую поверхность. Особенно сильно изменяется $Q_{Дж}$ в процессах анодного оксидирования алюминия за счет падения напряжения в растущем оксидном слое Al_2O_3 , который имеет высокое удельное сопротивление. В итоге гальванические ванны оксидирования алюминия нуждаются в отводе тепла.

УДК 621.357

Коришупова Е.А., Дергунов Т.А., Помогаев В.М.

(Новомосковский институт (филиал) РХТУ им. Д.И. Менделеева)

РАССЕИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ПОКРЫТИЙ

Гальванические производства являются одним из наиболее ресурсоемких производств, требующих большого расхода металла и реактивов, а также загрязняющих окружающую среду тяжелыми металлами. Особое место в этом занимает процесс хромирования. Хромирование, является одним из наиболее ресурсоемких среди гальванических процессов, требует большого расхода реактивов, а также способствует загрязнению окружающей среды. Безвозвратные потери металла и реактивов связанные как с перерасходом металла на обеспечение минимально необходимой толщины покрытия, так и выносом реактивов со стоками и вентиляцией при хромировании достигают значительных величин. Особая актуальность этой проблемы связана с такими особенностями процесса хромирования как чрезвычайно низкой рассеивающей способностью (рассеивающая способность хромовых электролитов отрицательна и в ряде случаев достигает -30 - -50%) и слабой кроющей способностью хрома.

Целью настоящей работы является разработка метода прогнозирования равномерности распределения покрытий в целом и хромовых в частности, оценка перерасхода хрома и получение соотношения, связывающего рассеивающую способность (РС) хромовых электролитов, равномерность распределения хрома и перерасход металла на нанесение покрытия.

Рассеивающую способность измеряли и рассчитывали в соответствии с ГОСТ 9.309-86 с помощью 10-секционного разборного блока. Перерасход металла определяли по формуле $PR = (m_{изл} - m_{мин}) / m_{мин} \cdot 100\%$, где $m_{изл}$ – масса излишне нанесенного металла, $m_{мин}$ – минимальная масса металла, для обеспечения необходимой толщины покрытия. Перерасход металла рассчитывали как на модельных щелевой и прямоугольной ячейках, а также на ряде изделий.

В результате проведенной работы получено уравнение, связывающее перерасход металла с рассеивающей способностью и позволяющее количественно оценить экономию металла при повышении рассеивающей способности электролита. Кроме того, установлена связь равномерности распределения толщины покрытия и перерасхода металла на нанесение хромового покрытия с модифицированным критерием рассеивающей способности.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 543.544

Рябов Д.Д., Филимонов В.Н.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ГАЗОВАЯ ЭКСТРАКЦИЯ КАК СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ПРОБЫ ПРИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ЛЕГКОЛЕТУЧИХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОЛА В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Методы контроля содержания легколетучих ароматических углеводородов на уровне ПДК должны быть ориентированы на различные вариации состава природных и сточных вод. Классические химические и физико-химические методы не дают избирательного определения анализируемых компонентов при совместном присутствии. Более предпочтительны в этом отношении хроматографические методы, применение которых без предварительного извлечения органических токсикантов из исследуемого водного объекта и их концентрирования невозможно. Эту стадию анализа успешно решает сочетание газовой экстракции (стриппинг) с адсорбционным концентрированием.

На примере сточных вод производства СМС разработана методика определения толуола и о-ксилола с пределом обнаружения соответственно 0,25 и 0,025 мг/л. Методика основана на стриппинге анализируемой пробы воды инертным газом с последующим улавливанием ароматических углеводородов на сорбенте полисорб-1. Степень извлечения ароматических углеводородов при стриппинге из водных растворов существенно изменяется от объема продуваемого инертного газа. Установлено, что толуол максимально извлекается из анализируемого водного объекта при пропускании около 500 мл газа. В то же время, максимальную степень извлечения ксилола фиксируется при пропускании 2000мл газа.

Оптимальные величины извлечения толуола и о-ксилола достигаются при температуре раствора 20 °С.

Для повышения эффективности газовой экстракции толуола и о-ксилола предусмотрено применение высаливателя (NaCl), который позволяет понизить растворимость углеводородов и повысить чувствительность анализа в 2-5 раз.

Исследования проведены с применением газового хроматографа «Цвет-100» с пламенно-ионизационным детектором.

Методика позволяет определять толуол и ксилол в интервале концентраций 0,25÷5,00 мг/л и 0,025 ÷0,50 мг/л, соответственно. Относительная погрешность результатов измерений для нижнего и верхнего пределов – 0,4 и 2,5%% (для толуола), 19,8 и 12,0%% (для ксилола).

УДК 667.63:678.041.2

Абызова Е.В., Родионова Р.В.

(Новомосковский институт РХТУ им.Д.И.Менделеева)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ СТИРОЛА

Стирол - один из важнейших мономеров. Он применяется для получения термопластичных полимерных материалов (полистиролы, пластики АБС и др.), синтетических каучуков путем сополимеризации стирола с бутадиеном-1,3; нитрилом акриловой кислоты; в производстве полиэфирных смол и пластиков, в том числе и ряда стеклопластиков, в фармацевтической и других отраслях промышленности.

Определение будущих объемов потребления стирола базируется на анализе производства продуктов переработки, динамики экспорта и импорта. При этом основой для оценки динамики производства выступает платежеспособный спрос, предъявляемый рынком на производимую продукцию. Экспорт стирола на данный момент — приоритетное направление его сбыта, что обусловлено ситуацией на мировом рынке. Основным импортером российского стирола остается Финляндия, увеличиваются ежегодные поставки в Китай. Кроме того, спрос и на продукты его переработки стабильно высок. Стирол российского производства остается конкурентоспособным благодаря своей невысокой цене.

В работе приводится сравнительный анализ десяти методов получения стирола, используемых в производстве и вновь разрабатываемых. Некоторые рассмотренные способы производства стирола многостадийны, что увеличивает экономические затраты на производство, а также обслуживание. При производстве стирола через предварительное хлорирование и дегидрохлорирование этилбензола с помимо многостадийности образуется большое количество загрязненных сточных вод. Это сказывается на экологической составляющей производства. Для некоторых методов используется не очень доступное и дорогое сырье, а также выход и селективность готового

продукта невелики. Это приводит к ухудшению экономических показателей производства.

В результате проведенного анализа показано, что основным методом промышленного производства стирола является каталитическое дегидрирование этилбензола, который освоен на Узловском ПАО.

УДК 667.63:678.041.2

Глевко Е.В., Родионова Р.В.

(Новомосковский институт РХТУ им.Д.И.Менделеева)

ВЫБОР ПРОМЫШЛЕННОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА СУСПЕНЗИОННОГО ПОЛИСТИРОЛА

Вспенивающийся полистирол представляет собой продукт суспензионной полимеризации стирола в присутствии порообразователя. Его применяют: для производства пенополистирольных блоков и плит различной конфигурации для тепло- и звукоизоляции зданий и помещений любого назначения; для изготовления упаковки сложной формы для различных приборов, требующих защиты от удара при хранении и транспортировке; для изготовления комплектующих деталей автомобилей, плавучих средств, декоративных изделий интерьера; для получения полистиролбетона - легкого бетона на цементном вяжущем и вспененном полистирольном наполнителе, применяемого в изготовлении теплоизоляционных блоков и плит, монолитной теплоизоляции чердаков, кровель, наружных стен, полов и др.; для изготовления отделочных материалов для потолка; для производства несъемной опалубки для монолитного домостроения и скорлупы для теплоизоляции трубопроводов.

Первыми идею получения вспенивающегося полистирола предложили шведские ученые, которые получили патент на изобретение в 1931 году. ВПС, известный в настоящее время, изобретен в Германии в 1950 году компанией BASF и получил название EPS (expanded polystyrene foam). В СССР производство пенополистирола было освоено в 1939 году. В 1965 году на Украине был впервые произведен самозатухающий пенополистирол [1].

В России существует пять основных предприятий, выпускающие ПСВ и его различные марки, в городах Ангарск, Салават, Нижнекамск, Петербург и Узловая. За рубежом основными производителями считаются компании BASF Aktiengesellschaft (Германия), Dow Chemical Company (США), Loyal Group (Китай).

В настоящее время производство вспенивающегося полистирола наращивает свою мощь в России и за рубежом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бек-Буатов А.И. Пенополистирол – история создания и долговечность // Строительные материалы.// Под ред. Е.И. Юмашева -2010, №3. С.92-93.

УДК 541.18.052:678.746.222

Шишканов Н.А., Родионова Р.В.

(Новомосковский институт РХТУ им.Д.И.Менделеева)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Применение поверхностно-активных мономеров (ПАМ) в синтезах нанодисперсных систем позволяет сохранить их высокую устойчивость к коагулирующим воздействиям, а также улучшить свойства продукта, изменить проблему очистки сточных вод. Нанодисперсные системы, стабилизированные НП АВ, обладают высокой устойчивостью при хранении, к действию электролитов. Однако присутствующий в системе после коагуляции низкомолекулярные соединения - эмульгатор и стабилизатор ухудшают эксплуатационные свойства покрытий. Синтез нанодисперсных систем на основе поверхностно-активных мономеров (ПАМ) — актуальная задача в области эмульсионной полимеризации.

Цель данной работы — оптимизация технологических параметров получения модифицированных нанодисперсных систем на основе винилацетата и ПАМ — этоксиалкилмалеинатов.

Синтез модифицированных нанодисперсных систем осуществляли в лаборатории на установке, состоящей из трехгорлой колбы, снабженной мешалкой, обратным холодильником, термометром. В четырехпроцентный раствор поливинилового спирта, (количество его зависит от сухого остатка приготовленного раствора поливинилового спирта) загружали химически чистую соду (0,125г), перемешивали 2-3 мин и вводили персульфат калия (0,25г). После перемешивания из капельной воронки дозировали смесь винилацетата и поверхностно - активного мономера (ПАМ). Процесс считается законченным при содержании мономера менее 1%.

Синтезированы нанодисперсные системы, различающиеся соотношением мономеров и природой ПАМ при температуре 65-70°C.

Установлено, что оптимальной температурой синтеза модифицированной нанодисперсии является $68 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Показано, что введение ПАМ и количество вводимого ПАМ влияет на скорость процесса

получения модифицированных нанодисперсных систем. Спектрофотометрический анализ нанодисперсий показал, что во всех случаях происходила эмульсионная полимеризация. Изучены свойства синтезированных нанодисперсных систем.

УДК 541.18.052:678.746.222

Гоголева И.И., Родионова Р.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.М.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Наноматериал - это материал, содержащий структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм и благодаря этому обладающий качественно новыми свойствами, в том числе заданными функциональными и эксплуатационными характеристиками. К таким материалам можно отнести нанодисперсии, получаемые методом эмульсионной полимеризации

Использование нанодисперсных систем, модифицированных ПАМ, дает возможность исключить стадию пластификации низкомолекулярными соединениями, которые ухудшают электротехнические свойства продукта. Это приводит к сокращению материальных и энергетических затрат, увеличению срока службы изделия, так как в этом случае не происходит выпотевание пластификатора, ухудшающее качество изделия и вызывающее загрязнение окружающей среды.

Данная работа посвящена разработке технологической схемы производства модифицированных нанодисперсных систем на основе винилацетата и ПАМ — этоксиалкилмалеинатов.

При разработке технологической схемы производства модифицированных нанодисперсных систем на основе винилацетата и ПАМ — этоксиалкилмалеинатов был выбран способ получения нанодисперсной системы, описаны характеристики исходного сырья, продукта, физико-химические основы процесса. Скомпонована технологическая схема получения модифицированных нанодисперсных систем, сделана обвязка основного аппарата. Так как получение модифицированной нанодисперсной системы осуществляется в водно-эмульсионной среде в присутствии инициатора – персульфата калия, то выбираем реактор – вертикальный цилиндрический аппарат с эллиптическим днищем и эллиптической крышкой, снабжённый импелерной мешалкой. Осуществлён подбор остального оборудования: растворители, ловушка, кон-

денсатор, фильтр и т.д. Рациональное использование сырья позволит получить более высокий выход продукта.

УДК 582.263

Абызова Е.В.¹, Горохова М.Н.¹, Платонов В.В.², Лебедев К.С.¹

(¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,

²ООО «Терропроминвест»)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТА КРАСНОЙ ВОДОРОСЛИ *DUNALIELLA SALINA* В КУКУРУЗНОМ МАСЛЕ

Красная водоросль *Dunaliella salina* (*D. salina*) – одна из самых богатых источников микроэлементов и каротиноидов. Она способна синтезировать ряд полезных соединений, например, β-каротин, глицерол, ненасыщенные жирные кислоты и прочее. *D. salina* представляет интерес как источник β-каротина, который используется в качестве пищевого красителя, в медицинской практике, в фармацевтической промышленности, для лечения заболеваний и их профилактики. *D. salina* при использовании ее в качестве пищевой добавки не дает побочных эффектов, в отличие от искусственных препаратов.

Для определения химического состава экстракта водоросли в кукурузном масле использовали метод ИК- и хромато-масс-спектрометрии. Анализ проводился на ИК-Фурье спектрофотометре модели ФСМ 1201 в таблетках KBr и спектрометре фирмы Shimadzu. В результате исследования при использовании ИК-спектроскопии было установлено, что спектры исследуемых экстрактов содержат как большой качественный набор полос поглощения, характерных для различных функциональных групп, таких как С-Н, -С=С-, ароматические циклы, карбонильные группы, -ОН карбоксилы спиртов и фенолов, бета-каротин и другие. При использовании хромато-масс-спектрометрии были идентифицированы следующие соединения: Stigmasta-5,22-dien-3-ol, acetate, (3.beta.) (0,51%), Campesterol (0,52%), Pregn-5-en-20-one, 3-(acetyloxy)-16-bromo-, (3.beta.,16.alpha.)- (0,53%), 2,4-Decadienal (0,58%), Ethyl 6,9,12-hexadecatrienoate (0,59%), 11-Hexadecynal (0,64%), cis,cis-7,10,-Hexadecadienal (0,67%), Methyl 8,11,14,17-eicosatetraenoate (0,78%), 9-Octadecenamamide (0,80%), 9-Octadecenoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester, (E,E,E)- (0,89%), 7-Hexadecenal, (Z)- (0,92%), Cyclohexene, 3,5-dimethyl- (0,99%), (Z)-beta-Sitosterol (1,37%), Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl- (1,44%), 9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)- (1,75%), Oleoylchloride (1,82%), Cyclododecyne (2,02%), gamma.-Tocopherol

(2,28%), Cholest-5-en-3-ol (3,91%), Octadecanoic acid (4,80%), 3-Tetradecen-5-yne (7,20%), 9,12,15-Octadecatrienoic acid (9,47%), Butyl 6,9,12-hexadecatrienoate (9,98%), 9-Octadecenoic acid (11,10%), и прочие.

Совокупность проведенных анализов показала, что данную водоросль возможно использовать для получения ценных компонентов, используемых в качестве активных пищевых добавок.

УДК 612.015

Глевко Е.В.¹, Горохова М.Н.¹, Платонов В.В.²

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,

²ООО «Терропромвест»)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПРОПЕЛЯ И ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ САПРОПЕЛЯ

Органическое вещество сапропелей (ОВС) содержит ряд соединений: водорастворимые, легко- и трудногидролизуемые вещества, фульво- (ФК), гиматомелановые (ГМК) и гуминовые (ГК) кислоты, сахара, спирты, липиды, аминокислоты, каротиноиды, кетоны, стероиды, витамины, ферменты и другие.

Данный спектр соединений оказывает влияние на химический состав ОВС, а также указывает на возможность применения как самих сапропелей, так и препаратов на их основе в сельскохозяйственной промышленности, ветеринарии, медицине, строительной промышленности. Сапропель применяется в качестве лечебных грязей для улучшения внешнего вида кожи и кровоснабжения, укрепления ногтей. Гуминовые кислоты и сапропель используются как удобрение на всех видах почв и для разных растений, а так же является ценной кормовой добавкой для животных и птиц.

Для определения состава неорганической части сапропеля выполнено определение оксидного состава сапропеля на энергодисперсионном флуоресцентном рентгеновском спектрометре фирмы Shimadzu, серии Рауну EDX-700/800. Были идентифицированы следующие оксиды элементов: кремния (39%), алюминия (34%); кальция (23%), калия (12%), железа (11%), серы (1%) и др.

С целью изучения состава органической части сапропеля был проведен функциональный анализ данных веществ потенциометрическим методом. В результате были получены следующие данные (мэкв/г): карбоксильные (КарбГ) – 0,4; кетонные (КетГ) – 0,4; хиноидные группы (4,23); фенольные гидроксилы (ФГ) – 5,13; йодное число (ИЧ) – 1,2. Функциональный анализ экстрактов сапропеля показал значительное наличие фенольных гидроксидов и хиноидных групп.

Стоит отметить, что эти группы способствуют усилению роста растений.

УДК 665.633

Казаков П.А., Маклаков С.А.

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)

**ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ
НАПРАВЛЕННОСТИ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА»**

Подготовка бакалавров направленности «Химическая технология переработки нефти и газа» предусматривает проведение лабораторных практикумов по таким дисциплинам как «Химия и технология переработки нефти и газа», «Технология глубокой переработки нефти», «Теория химико-технологических процессов переработки нефти и газа» и др.

Настоящее исследование посвящено постановке некоторых лабораторных работ, связанных с анализом нефти и нефтепродуктов.

С позиций химии нефть – сложная многокомпонентная взаиморастворимая смесь газообразных, жидких и твердых углеводородов различного химического строения с числом углеродных атомов до 100 и более с примесью органических соединений серы, азота, кислорода и некоторых металлов.

Первичная переработка нефти (атмосферная перегонка) – это процесс разделения нефти на составные части – фракции по их температурам кипения, которому подвергается нефть, поступившая на нефтеперерабатывающий завод.

В связи с этим одним из вариантов анализа нефти и нефтепродуктов является определение фракционного состава. В ходе настоящего исследования отработывалась фракционная перегонка нефти и бензинов. В перегонную колбу помещали фиксированное количество исследуемой смеси (нефть, бензины марок АИ-80 и АИ-92) и проводили отгонку с отбором фракций по показаниям термометра. Для каждой фракции определяли массу и показатель преломления. Проводили анализ фракций методом ГЖХ.

Проводилась постановка работы по определению содержания воды в нефти и нефтепродуктах методом Дина-Старка. В колбу заливали нефтепродукт (нефть, бензин марки АИ-80), толуол в качестве азеотропообразователя и нагревали на воздушной бане с фиксировани-

ем количества выделяющейся воды. В нефти обнаружено наличие воды, в бензине она отсутствовала.

Проводилась постановка лабораторной работы «Очистка нефтепродуктов от ароматических углеводов адсорбцией». В стеклянную колонку, заполненную силикагелем, заливали смесь (1:1) гептана и толуола, затем приливали изопропанол в качестве вытесняющей жидкости. Отбирали последовательно несколько проб и проводили для них формалитовую реакцию для обнаружения ароматического углеводорода. Характерное интенсивное темное окрашивание наблюдалось для последних проб, что говорит о лучшей адсорбции ароматических углеводов.

Во втором варианте использовали смесь (1:1) гептана и бензола с разделением на оксиде алюминия, проведением формалитовой реакции и определением показателя преломления проб. По калибровочному графику определяли содержание компонентов в пробах.

УДК 615.322

*Абызова Е.В.¹, Платонов В.В.², Белозерова Л.И.³,
Хадарцев А.А.⁴, Горохова М.Н.¹*

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,
²ООО «ТерропромИнвест», ³Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,
⁴Медицинский институт ТулГУ)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТРАВЫ – ДОННИК ЛЕКАРСТВЕННЫЙ

Препараты травы донника лекарственного обладают противосудорожным, успокаивающим, потогонным, антисептическим, отхаркивающим, ранозаживляющим действием, способствуют уменьшению отеков и снятию воспалительных процессов. Эффективны при гипертонической болезни, стенокардии, атеросклерозе, повышенной нервной возбудимости, истерии, мигрени, бессонницы, при судорогах, бронхите, ревматоидных и подагрических артритах, воспалительных заболеваниях женских половых органов, а также в климактерический период; разжижает кровь; увеличивает содержание лейкоцитов в крови.

Естественно такой набор фармакологического действия препаратов на основе травы донника лекарственного обусловлен особенностями химического состава органического вещества, структурой и ко-

личественным содержанием, а также соотношением соединений, определяющих состав последнего.

Целью настоящего исследования являлось выполнение процесса экстракции травы донника лекарственного этанолом и последующее изучение его состава с привлечением ИК-Фурье, УФ/ ВИС-спектроскопия, хромато-масс-спектроскопия (ХМС).

Условия ХМС приведены в сообщении: «Химический состав органического вещества аира болотного».

В оптимальных условиях газовой хроматографии в составе этанольного экстракта донника лекарственного было идентифицировано и определено количественное содержание 72 соединений.

Основу химического состава экстракта составляют (масс.% от экстракта): карбоновые кислоты (16,58), среди которых доминируют: 9,12,15- Octadecatrienoic acid (8,62); 3- (1-isopropyl-but-3-enyloxy)-butyric acid (4,49) и n-Hexadecanoic acid (3,20); эфиры различных карбоновых кислот (12,75), при значительном количестве 9,12,15- Octadecatrienoic acid (8,62); в практически равных количествах содержатся альдегиды (4,52) – 2-methyl Benzaldehyde (4,34); гликозиды (4,38) – 3-о-methyl-d-glucose (3,20); β -D-Glucopyranosa, 1,6-anhydro-(0,58) и др.; спирты (3,25) – 1- Decanol, 2-octyl (1,44); 3,7,11,15- tetramethyl-2-hexadecen-1-ol (1,05) и др.; фенолы (2,97): 2-methoxy-4-vinylphenol (0,83), 2,6-dimethoxy Phenol (0,52) и др.; кетоны (2,67).

Стерины представлены следующими соединениями (масс.% от экстракта): Phytol (0,74), Phytol acetat (0,06); Andrographolid (0,20), β -Sitosterolacetat (0,21); α -Tocopherol – (0,56), Cholesterol (0,36), β -Sitosterol (1,06), Cholest-4-en-3-one (0,54); Stigmasta-5,22-diene, 3-methoxy-(3 β , 22E)(0,40). Общая сумма стеринов – 4,13(масс.% от экстракта).

Содержание углеводов составляет 3,02 (масс.% от экстракта) и они представлены: 2,3- dimethyl Heptan, 9-Eicosyn (1,59), 8-hexyl Pentadecan, 2-methyltetracosan (C₂₅), 2-methyloctocosan (C₂₉); Tetratetracontan (C₄₄).

Особенно, следует выделить значительное содержание Coumarina (23,42) и Hydrocoumarina (28,18), масс. % от экстракта, Benzofurana, 2,3-dihydro (0,71).

Можно сделать предположительный вывод о высоком вкладе именно Coumarina, Hydrocoumarina, непредельных карбоновых кислот, их сложных эфиров и фенолов в формировании специфического фармакологического действия препаратов донника лекарственного.

Абызова Е.В.¹, Горохова М.Н.¹, Платонов В.В.²

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,
²ООО «Терропроминвест»)

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТА
КРАСНОЙ ВОДОРОСЛИ *DUNALIELLA SALINA*
В КУКУРУЗНОМ МАСЛЕ
DUNALIELLA SALINA КАК ИСТОЧНИК β -КАРОТИНА**

Биомасса *Dunaliella salina* представляет интерес как источник провитамина А (β -каротин). Содержание каротина от массы всей водоросли варьируется от 8 до 16%.

β -каротин – соединение, которое широко используется в фармацевтической промышленности, как пищевой краситель в лимонадах, соках и маргарине, является сильнейшим антиоксидантом, профилактическим средством различных заболеваний (рака легких, инфекционных болезней). Официально он зарегистрирован под кодом E160a как пищевая добавка. По своей химической природе β -каротин – это непредельный углеводород из группы терпеноидов.

Впервые его выделили в 1956 году из моркови, данный процесс трудоемок, но синтезированная химическим путем его форма менее активна, чем природный провитамин А. К тому же синтетический аналог способен вызывать аллергические реакции.

Следует учитывать, что каротин в чистом виде отличается высокой лабильностью – он весьма чувствителен к воздействию солнечного света, кислорода воздуха, нагреванию, воздействию кислот и щелочей. Под влиянием этих неблагоприятных факторов он подвергается окислению и разрушению. В тоже время, входя в состав различных комплексов, он проявляет намного большую стабильность.

В патентах [1,2] подробно описан метод выделения β -каротина из водоросли *Dunaliella salina*.

Опытным путем [1] были определены оптимальные режимы процесса экстрагирования β -каротина из высушенной биомассы *Dunaliella salina* рафинированным дезодорированным подсолнечным маслом, а именно: соотношение сырье : экстрагент – 1:20, температура проведения процесса – 30°C, продолжительность – 4 суток. Полученный экстракт имеет жидкую консистенцию, темно-красный цвет и нейтральный запах. После 4-х дней экстрагирования зафиксировано наибольшее содержание провитамина А, которое составило 123,6 \pm 4,9 мг/ 100 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернова Л.А., Горбань В.Г., Антоненко С.П., Гудвилевич И.Н., Боровков А.Б. Получение масляного экстракта каротиноидов из микроводоросли *Dunaliella Salina* // Бюллетень ДНБС - 2013.
2. Method for extracting beta-carotene from *dunaliella salina*. 2014. <https://patents.google.com/patent/CN103951600A/en>

УДК 612.015

Глевко Е.В.¹, Горохова М.Н.¹, Платонов В.В.², Лебедев К.С.¹

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,

²ООО «Терропромвест»)

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ САПРОПЕЛЯ

Сапропель является ценным органическим удобрением, дешевым и доступным для сельскохозяйственной промышленности. В настоящее время наметилась тенденция смешения сапропеля с минеральными удобрениями. Органоминеральные удобрения (ОМУ) оказывают эффект пролонгированного действия, тем самым дополнительно обогащают почву необходимыми компонентами, повышают плодородие и качество почвы.

В патенте [1] для получения ОМУ смешивают сапропель (15-25% масс.), 50% суперфосфат двойной (2-12%), 35% аммиачную селитру (4,5-17%), 50% сульфат калия (0,1 -7,0%), карбоксилметилцеллюлозу (12-18%), сухой птичий помет. Исследования проводились на герани и фикусе. В ходе наблюдений выяснилось, что при использовании ОМУ растения раньше зацветали и имели крепкие цветоносы.

Авторы [2] получали гранулированное ОМУ, содержащее последрожжевую барду спиртового производства и минеральные компоненты, в качестве которых используют, например суперфосфат. Соотношение компонентов в нем варьируют от 1:1 до 4:1.

Сначала смешивают сапропель с минеральными компонентами, затем в смесь вводят барду. В результате заявленное органоминеральное удобрение кроме минеральной и органической части содержит: общих гуматов - 6-7,5%, аминокислоты - 8-12%.

В патенте [3] рассматриваются способы получения органоминеральных гуминовых удобрений, сапропель смешивали с кристаллическим пирофосфатом калия и мочевиной. Для этого исходное гуматосодержащее сырье помещали в реактор с мешалкой, при необходимости измельчали, увлажняли холодной водой, полученную смесь перемешивали, выдерживали при комнатной температуре, добавляли минеральные удобрения и снова перемешивали.

Удобрения испытывались в полевых опытах с ячменем как в качестве добавок к основному минеральному удобрению, так и в качестве внекорневой подкормки. Применение данных удобрений позволило повысить не только урожайность, но и качественный состав зерна [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2337086 РФ, МПК C05F7/00. Горин К. А., Окаев Э. О., Судаков О. А. Органоминеральные удобрения// Заявитель и патентообладатель Окаев Э. О., Судаков О. А. – №2337086; Заявл. 2006-12-01; опубл. 27.10.2008
<http://www.freepatent.ru/patents/2337086>
2. Патент 2280020 РФ, МПК C05F7/00. Маланчук В. Я., Михайлов Г. В., Овчинникова К. Н., Зайцев П. М. Органоминеральные удобрения// Заявитель и патентообладатель Маланчук В. Я., Михайлов Г. В., Овчинникова К. Н., Зайцев П. М. – № 2280020; Заявл. 2004-12-14; опубл. 20.07.2006
<http://www.freepatent.ru/patents/2280020>
3. Патент 2159222 РФ, МПК C05F11/02. Новицкий А.А., Митрофанов В.П., Кириленко И.В. Способ получения органоминеральных гуминовых удобрения//Заявитель и патентообладатель АОЗ "БАЛТКОНВЕРСИЯ" – № 2159222; Заявл. 1999-05-25; опубл. 20.11.2000
<http://www.freepatent.ru/patents/2159222>

УДК 615.322

*Абызова Е.В.¹, Платонов В.В.², Хадарцев А.А.³,
Белозерова Л.И.⁴*

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

²ООО «Терропромвест», ³Тулский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого,

⁴Первый МГМУ им. И.М. Сеченова)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЗОЛОТАРНИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО КАНАДСКОГО

Препараты травы золотарника лекарственного канадского способствуют предотвращению ломкости капилляров; обладают мочегонным, желчегонным, вяжущим, антибактериальным, противовоспалительным действием. Применяются при пиелонефрите, подагре, полиартрите, при недержании мочи у людей преклонного возраста, при желчекаменной болезни, желтухе, при воспалении мочевого пузыря, отёках, поносе, кровавой моче.

Принимая во внимание столь широкий набор фармакологического действия препаратов золотарника лекарственного канадского было выполнено изучение химического состава этанольного экстракта с привлечением ИК-Фурье, УФ/ВМС-спектроскопии, абсорбционной жидкостной хроматографии с использованием растворителей различной полярности, хромато-масс-спектрометрии.

ХМС выполнялась согласно методике приведенной в сообщении «Химический состав органического вещества айра болотного».

В составе этанольного экстракта были идентифицированы и определено количественное содержание (масс.% от экстракта) следующие группы соединений: углеводороды (28,3), среди которых преобладают: Squalen, 9-Eicosyne, 2-methyloctacosan, β -Vatirenene, 1,E-11Z-13-octadecatrien, Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-(s); в незначительном количестве присутствуют: β -сораен, α -сораен, тетралин, 3-octadecyn, azulene, agomandendrene, производные бензола, нафталина; карбоновые кислоты (2,67); фенолы (4,35): 2-methoxy Phenol, trans-Isocudenol и др; спирты (6,64), альдегиды (2,06); кетоны (3,13), стерины (10,09); эфиры (26,25); производные нафтеновых аминов, бензофурана(4,73).

Видно, что основу этанольного экстракта золотарника лекарственного канадского составляют: углеводороды, эфиры, стерины, фенолы, которые и определяют специфические свойства препаратов.

Особенности структуры различных соединений несомненно обусловлены химическим составом биоматериала, участвовавшего в формировании состава органического вещества золотарника. Рентгено-флуоресцентный анализ экстракта показал присутствие в его минеральной части до 30 масс. % палладия, значительного количества меди, цинка, что также обусловлено биохимическими условиями формирования вещества состава золотарника.

УДК 615.322

Глевко Е.В.¹, Платонов В.В.², Хадарцев А.А.³, Белозерова Л.И.⁴

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева

²ООО «Терропромвест», ³Медицинский институт ТулГУ,

⁴Первый МГМУ им. И.М. Сеченова)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АИРА БОЛОТНОГО

Водные отвары и спиртовые настойки корней айра болотного проявляют широкий спектр фармакологического действия на организм человека. Способствуют возбуждению аппетита, мочегонное, обезболивающее, кроветворное, антисептическое, отхаркивающее и успокаивающее.

вающее средство, улучшают пищеварение; при язве желудка и двенадцатиперстной кишки, гастрите, поносе, метеоризме, водянке, импотенции, заболевании почек и печени, при ревматизме, почечнокаменной болезни, как средство тонизирующее ЦНС, общеукрепляющее.

Принимая во внимание столь обширный спектр фармакологического действия на организм человека препаратов на основе корней айра болотного, считалось интересным подробно изучить особенности химического состава органического вещества последнего, выявить основные группы соединений, определить их количественное содержание и структурную организацию, чтобы научно-обоснованно объяснить природу вышеперечисленного фармакологического действия.

Исследованию подвергся этанольный экстракт корней айра болотного Краснодарского края, с привлечением хромато-масс-спектрометрии (ХМС).

ХМС выполнялась с использованием газового хроматографа GC-2010, соединенного с тройным квадрупольным МС под управлением программного обеспечения (ПО) GCMS Solution 4.П. Для идентификации и количественного определения содержания соединений поддерживали следующие условия хроматографирования: ввод пробы с делением потока (1:20), колонка ZB – 5MS (30м x 0,25мм x 0,25мкм), температура инжектора 280°C, газ-носитель – гелий, скорость потока через колонку 21,9 мл/мин. Регистрация аналитических сигналов осуществлялась при следующих параметрах МС: температура переходной линии и источника ионов 280 / 250°C, соответственно; электронная ионизация (ЭИ), диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да.

В составе экстракта были идентифицированы и определено количественное содержание (мас. % от экстракта): углеводороды (20,77); карбоновые кислоты (С16, С18, бензойная) – 3,27; спирты – 14,61; альдегиды – 11,46; кетоны – 27,63; стерины – 3,15 (Androstan – 17-one, 3-ethyl-3-hydroxy-, (α, α), Retinal, Androstan – 3,17-dione, α-Tocopherol, Stigmasterol, Cholest-4-en-3-one; 22,23 – Dibromostigmasterol acetate, Isobornylpropionate и др.); эфиры – 1,20; азотсодержащие соединения – 2,15 (Cyclohexanamine, N-3-butenyl, N, N-methyl, Quinoline, 2, 3, 4 – trimethyl; pyrrol, Oxazolidine, 2, 2 – diethyl-3-methyl; Benzene, 3-nitropropyl): значительное количество фурановых производных.

Приведенные данные о количественном содержании различных групп соединений свидетельствуют о доминировании в органическом веществе корней айра болотного спиртов, альдегидов, кетонов, общее содержание которых составляет (мас. % от экстракта) – 53,70; значительное количество углеводородов (20,77), среди которых присутствуют: Camphen, β-Copaen, trans-α-Bergamoten, Squalen, Cadola – 1 (10),

- 3,8 – triene, 1H-3a, 7-Methanoazulene, octahydro -3,8,8 – trimethyl-6-methylene-[3R-(3α, 3a β, γα.α)], Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl; β-Vatirenene, α-Calacorene, Z-3-Hexadecen-7-yne, 2, 6, 10, 15 – tetramethyl Heptadecane, 1-Octadecyne и др.; альдегиды: 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl, 5-Hydroxy-methylfurfural, Benzaldehyde, 2, 4, 5 – trimethoxy; 1-Cyclohexene-1-acetaldehyde, 2, 6, 8 – trimethyl; cis, cis, cis – 7, 10, 13 – Hexadecatrienal и др.

Несомненно, именно присутствие в органическом веществе этанольного экстракта корней аира болотного перечисленных групп соединений определяет специфичность фармакологического действия препаратов на его основе.

УДК 662.642.541.18

Глевко Е.В.¹, Платонов В.В.², Белозерова Л.И.³, Горохова М.Н.¹

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

²ООО «Терропроминвест», ³Первый МГМУ им. И.М. Сеченова)

АДСОРБЦИОННАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ХЛОРОФОРМНОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА

Анализ результатов хромато-масс-спектрологии хлороформного экстракта гуминовых кислот (ГК) торфа Ярославской области (п. Брейтово) позволил констатировать, что его состав весьма сложный, включающий широкую гамму предельных, непредельных, нафтеновых, терпеновых ареновых углеводородов, карбоновых кислот, спиртов, альдегидов, кетонов, стеринов, фенолов, гликозидов, серу -, азот-, кислород- и кремний органических соединений.

Даже при наличии в банке данных хромато-масс-спектрометра огромного числа компонентов возникают большие трудности достоверной идентификации последних, что вполне объяснимо наличием соединений близкими температурами кипения изомеров.

Принимая во внимание столь сложный химический состав исходного хлороформного экстракта ГК торфа, считалось целесообразным методом адсорбционной жидкостной хроматографии разделить данный экстракт на ряд элюатов, которые затем исследовать хромато-масс-спектроскопией (ХМС).

Адсорбционная жидкостная хроматография (АЖХ) осуществлялась на стеклянной колонке ($l = 120$ см; $d_{\text{вн}} = 10$ мм), в качестве адсорбента SiO_2 . Исходный экстракт наносился в верхнюю часть сорбента, а затем последовательно элюировался гексаном, толуолом, хлороформом, ацетоном. Элюирование каждым растворителем проводилось до

достижения исходного показателя коэффициента преломления. Растворитель отгонялся на роторном испарителе под вакуумом, элюат взвешивался для определения его доли в исходном экстракте, после чего выполнялась ХМС. На основании последней устанавливались качественный состав соединений, их структура и количественное содержание, что позволило установить особенности каждого из элюатов, рассчитать структурно-групповой состав.

Выход элюатов (масс.% от экстракта): C_6H_{14} – 5,5; C_7H_8 – 15,8; $CHCl_3$ – 21,2; $(CH_3)_2CO$ – 57,5.

В составе C_6H_{14} – элюата было идентифицировано 174; C_7H_8 – 138; $CHCl_3$ – 131; $(CH_3)_2CO$ – 116 соединений, т.е. всего 559.

Таблица 1

Структурно-групповой состав элюатов (масс.% от экстракта)

№	Группы соединений	Элюаты			
		C_6H_{14}	C_7H_8	$CHCl_3$	$(CH_3)_2CO$
		Выход, масс. % от экстракта			
		5,5	15,8	21,2	57,5
1	Углеводороды	2,30	1,87	4,50	6,65
2	Карбоновые Кислоты	0,12	2,59	4,41	10,91
3	Спирты	0,51	3,00	1,77	10,18
4	Фенолы	0,21	0,27	0,47	0,96
5	Эфиры	0,60	2,61	2,87	3,92
6	Стерины	-	1,89	1,59	12,39
7	Альдегиды	0,08	0,17	0,74	3,57
8	Кетоны	0,17	2,04	1,29	1,99

Из таблицы видно, что применение АЖХ позволило разделить исходный хлороформный экстракт ГК торфа не только с получением около 600 соединений, но и также значительно различающихся выходом перечисленных групп компонентов.

Основная масса соединений концентрируется в ацетоновом элюате, которые существенно различаются структурой. Так, если в C_6H_{14} – элюате концентрируются н-алканы, арены, то в $(CH_3)_2CO$ – алкины, циклоалканы, алкены; среди карбоновых кислот в C_6H_{14} – элюате 60 (масс.%) производных бензойной кислоты, а в $(CH_3)_2CO$ – 31,9% доминируют предельные кислоты.

$(CH_3)_2CO$ – элюат характеризуется повышенным содержанием спиртов (10,18), альдегидов (3,57), фенолов, среди которых значительное количество нитрофенолов, стерина.

Стерины представлены: Cholosta – 3,5-dien – 7 – one, α -токоферол, γ -токоферол, Phetol acetat, Ergost-5-en-3-ol, acetat, 9,19 – cyclolanost- 24- en- 3-ol, acetate (3 β) и другими представителями.

Сравнительный анализ всего комплекса полученных данных по ХМС, выходу и структурно-групповому составу отдельных элюатов, структуре соединений, позволяет сделать вывод о необходимости более подробного разделения экстрактов ГК торфа на большое число элюатов. Это дало возможность детализировать исходные сведения о составе хлороформного экстракта ГК торфа, получить более достоверные сведения о структурной организации соединений последних; что весьма важно при выявлении генетической связи соединений ГК с исходным биологическим материалом (болотная, луговая, высшая растительность, зоопланктон).

УДК 553.973

Прокопец А.А.¹, Платонов В.В.², Белозерова Л.И.³, Лебедев К.С.¹

¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

²ООО «Терропромвест», ³Тулский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого)

АДСОРБЦИОННАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ЭТАНОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЯ

Органическое вещество сапропелей (ОВС) характеризуется наличием весьма широкого спектра соединений: водорастворимых (ВРВ), легко-и трудногидролизующихся (ЛГВ, ТГВ) веществ, фульво-(ФК), гиматомелановых (ГМК) и гуминовых кислот (ГК), аминокислот, спиртов, альдегидов, кетонов, липидов, каротиноидов, ксантонов, флавоноидов, стеринов, предельных, непредельных, нафтеновых и ароматических кислот, углеводов, витаминов, ферментов, хлорофилла, металлопорфиринов, кремнийорганических и др.

Изучение этанольного экстракта ГК сапропеля Азовской поймы Краснодарского края хромато-масс-спектрографии (ХМС) позволило идентифицировать и установить количественное содержание 142 соединений, из которых (масс.% от экстракта): n- и изоалканов – 1,65; карбоновых кислот – 7,71; эфиров карбоновых кислот – 31,44; альдегидов, кетонов, спиртов – 6,62; производных фурана – 6,71; фенолы – 0,86; гликозиды – 3,50; стерины – 3,28. Установлено присутствие фторо- и бромпроизводных кислот, спиртов, аминов, пуриновых и пиридиновых оснований, флавоноидов, ксантонов, алкалоидов, азуленов,

терпенов. Приведенный перечень идентифицированных в C_2H_5OH – экстракте соединений указывает на весьма сложный его состав.

В целях детализации состава C_2H_5OH – экстракта была выполнена адсорбционная жидкостная хроматография в следующих условиях: стеклянная колонка ($l=100$ см; $d_{вн} – 10$ мм), в качестве адсорбента SiO_2 . Навеска экстракта наносилась в верхнюю часть колонки, после чего она последовательно промывалась толуолом (C_7H_8), хлороформом ($CHCl_3$), ацетоном ($(CH_3)_2CO$) и этанолом (C_2H_5OH). Полученные элюаты освобождались в роторном испарителе от растворителя, взвешивались, после чего выполнялась ХМС с установлением количественного содержания каждого идентифицированного соединения, его масс-спектр, структура.

В составе элюатов было идентифицировано компонентов: $C_7H_8 – 115$; $CHCl_3 – 93$; $(CH_3)_2CO – 97$; $C_2H_5OH – 100$, т.е. всего 405.

Выход отдельных элюатов (масс.% от экстракта): : $C_7H_8 – 97$; $CHCl_3 – 19,3$; $(CH_3)_2CO – 28,7$; $C_2H_5OH – 42,3$.

Структурно-групповой состав элюатов (масс.% от экстракта) приведен в таблице 1.

Таблица 1

Структурно-групповой состав элюатов

№	Группы соединений	Элюаты			
		C_2H_5OH	C_7H_8	$CHCl_3$	$(CH_3)_2CO$
		Выход, масс. % от экстракта			
		42,3	9,7	19,3	28,7
1	Углеводороды	6,29	0,85	1,15	4,18
2	Карбоновые Кислоты	8,77	1,31	4,0	2,83
3	Спирты	4,60	0,40	1,24	2,69
4	Фенолы	1,41	0,03	1,37	0,53
5	Эфиры	6,86	4,73	3,22	6,0
6	Стерины	0,61	0,19	0,67	0,26
7	Альдегиды	2,91	0,30	0,98	1,19
8	Кетоны	1,12	0,07	1,43	0,61
9	Гликозиды	0,67	-	1,13	0,92

Из таблицы 1 видно, что основу элюатов составляют углеводороды, карбоновые кислоты, спирты, гликозиды, стерины и эфиры карбоновых кислот. Углеводороды концентрируются в ацетоновом (4,18) и этанольном (6,29) (масс.% от экстракта); карбоновые кислоты в хлороформном (4,00) и этанольном (8,77); альдегиды, спирты в ацетоно-

вом и этанольном; фенолы, стеринны – хлороформном и этанольном; гликозиды в хлороформном и ацетоновом; эфиры – ацетоновом и этанольном элюатах. Можно констатировать, что АЖХ позволила достаточно селективно разделить исходный этанольный экстракт не только с получением 405 индивидуальных соединений, но и элюатов значительно различающихся содержанием различных групп компонентов, их структурой.

Детализация химического состава сложного по составу исходного экстракта позволила более точно конкретизировать структуру соединений, облегчить установление генетической связи последних с исходным биоматериалом, определить основные направления его биогенетической деградациии в органическое вещество сапропеля.

УДК 678.01:678.742.3:678.742.2

Иванова Н.С., Коробко Е.А., Чернышова В.Н.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕЙ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА С СОПОЛИМЕРОМ СКЭПТ

Определенную долю на рынке термоэластопластов занимают смеси этилен-пропилен-диеновых каучуков (ЭПДМ, СКЭПТ) с полиолефинами, главным образом, полипропиленом (ПП). При этом, согласно данным [1], для повышения ударной вязкости получаемых материалов желательнее использовать каучук с высоким показателем текучести расплава (ПТР).

Целью настоящей работы явилось исследование влияния добавок мелонаполненного СКЭПТ, пластифицированного парафиновым маслом. (ПТР 48 г/10 мин/190°С/2,16 кгс/5 мин) на свойства полиэтилена 15813-020 и вторичного ПП.

Первичные смеси исходных гранулированных компонентов, взятых в различных массовых соотношениях, подвергали гранулированию стренговым способом с использованием линии на базе экструдера «Schwabentan» и далее перерабатывали в стандартные образцы на ТПА ДХ-3224 (лопатка типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84).

Показано, что введение СКЭПТ в состав полиолефиновых объектов исследования, существенно повышает их ПТР, что, очевидно, является следствием высокой текучести исходного модификатора.

При введении СКЭПТ в количестве 20% и более в состав ПЭВД нивелируется понятие «предел текучести при растяжении», снижается прочность при разрыве и литьевая усадка, но увеличивается масса

стандартных образцов. Повышение относительного удлинения при разрыве на 30% и более и снижение твердости на 7% наблюдается, по-видимому, только после явной инверсии фаз – при содержании модификатора 60% и более.

Введение СКЭПТ в количестве до 15% в состав ПП негативно сказывается на его прочностных показателях при растяжении, но заметно повышается удлинение. Однако это не находит ожидаемого продолжения в повышении ударной вязкости при минус 18°С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буряк В.П. Конференция «Полиолефиновые термоэластопласты в автомобилестроении» // Полимерные материалы, 2005, № 3. – С. 33-35.

УДК 678.01:678.742.3

Ниязов С.А., Алексеев А.А., Лобанов А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СВОЙСТВА СМЕСИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ В УСЛОВИЯХ ТРЕХКРАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИТЬЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Исследование свойств смесей полипропиленов (ПП) представляет интерес в плане возможного создания материалов с комплексом свойств, отличным от комплекса свойств исходных компонентов и, конечно, в плане переработки смесей вторичных ПП.

Объектом исследования явился материал, получаемый при смешении PPG 1350-21 производства ООО «Ставролен» (г. Буденновск) и PP H030 GP компании ООО «Полиом» (г. Омск), взятых в массовом соотношении 50:50 (материал СМ-2). Объектами исследований являлись и исходные ПП.

Общая схема переработки: холодное смешение исходных компонентов → литье под давлением → свойства СМ-2 (СМ-2-1Л) → дробление → литье под давлением → свойства (СМ-2-2Л) → дробление → литье под давлением → свойства (СМ-2-3Л). Исходные ПП и материал с их участием перерабатывали в стандартные образцы на термопластавтомате марки EM180V при 180°С (PPG 1350-21), 230°С (PP H030 GP), 195°С (материал СМ-2-1Л) и 220°С (материал СМ-2-2Л и СМ-2-3Л) и других 9-ти неизменных технологических параметрах литья под давлением (давление литья, давление подпитки и т.д.). ТПА работал в автоматическом режиме без отвода узла впрыска.

Контролировали: показатель текучести расплава (ПТР); предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соот-

ветствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение (ϵ_{pp}); условную прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при многократном изгибе; ударную вязкость по Шарпи без надреза при +20 и -20 °С и литьевую усадку.

В процессе третьей переработки обнаружено некоторое изменение цвета получаемых изделий, ПТР увеличился на 21%.

В целом, смесь ПП демонстрирует хорошую стабильность в условиях трехкратной переработки литьем под давлением, за исключением, пожалуй, ϵ_{pp} : 130% (СМ-2-1Л), 260% (СМ-2-2Л) и 250% (СМ-2-3Л). Установленные особенности в формировании значений ϵ_{pp} связываются с различной внутренней структурой расплава смеси ПП СМ-2 при 195 и 220°С.

УДК 678.01:678.742.3

*Чернышев И.Н., Иванова Н.С., Ниязов С.А., Алексеев А.А.,
Лебедев К.С., Алферов В.А., Коробко Е.А., Клочков А.Н.*
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева,
¹Тулский государственный университет)

ЗАЛИВОЧНЫЕ ЖЕСТКИЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНЫ: ПРОИЗВОДИТЕЛИ-ПОСТАВЩИКИ КОМПОНЕНТОВ И ИЗДЕЛИЙ В РОССИИ, СВОЙСТВА

Полиуретаны (ПУ) являются полимерной основой многих термопластичных и терморезистивных материалов, имеющих широкое применение практически во всех сферах деятельности человека.

О темпах роста объемов производства ППУ и ПУ в мире и России можно судить по данным, представленным на сайте ООО «Век полимеров» (дилера ООО «Дау Изолан»): в мире с 2014 по 2020 годы прогнозируется увеличение объемов производства пенополиуретанов (ППУ) и ПУ с 17 до 24 млн. тонн, в России – с 300 000 до 426 000 тонн.

Представлены 7 наиболее крупных производителей полиуретановых систем для производства заливочных жестких ППУ.

Отмечается, что изоцианатный компонент (компонент Б) в России не производится, импортируется из Германии, США, Нидерландов, Китая, Венгрии, Японии, Кореи (представлен перечень компаний).

Производство полиольного компонента (компонента А) организовано в России на ряде предприятий (представлен перечень компаний, включая производство «биополиолов»).

Обсуждаются достоинства и недостатки жестких заливочных ППУ. Крайне ограничены сведения о возможной их усадке.

Представлены данные, свидетельствующие о существенной усадке полиуретановой системы, используемой для заливки металлических полостей.

Обсуждается аппаратное оформление, так называемого, «метода проведения технологической пробы».

Согласно данным ИК спектроскопии, компонент Б исследованной полиуретановой системы содержит 4,4'-диизоцианатодифенилметан и, похоже, 2,2'- и 2,4'-изомеры. Не исключено присутствие и, так называемого, «полимерного» 4,4'-диизоцианатодифенилметана. Полиольная составляющая представляет собой, главным образом, олигопропиленгликоль. Четко фиксируются деформационные колебания ОН-групп воды. Идентификация состава полиуретановой системы продолжается.

УДК 678.684

Чернышев И.Н., Алексеев А.А., Дубинин В.Б., Коробко Е.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ КОМПАУНДОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ ПОД ВОДОЙ

Окрашивание под водой металлических и бетонных поверхностей представляет большой практический интерес.

Ниже представлены свойства эпоксидного продукта Interzone 101, комментируемые с позиций разработанного нами продукта аналогичного назначения.

1. Расход состава: 9,4 кг/м² при толщине покрытия 6000 мкм (6 мм). И это без учета обычных технологических потерь.

2. Interzone 101 позиционируется как состав, не содержащий летучих компонентов. Однако представляется такая характеристика, как температура вспышки. более 101°C, что предполагает наличие в его составе летучего компонента (компонентов) с температурой кипения более 137°C.

3. Метод нанесения: ручная формовка, шпатель, мастерок. Методы нанесения (ручная формовка и мастерок) явно указывают на малую производительность выполняемых работ.

4. Вся покрываемая поверхность должна быть чистой и сухой. Возникает вопрос о качестве покрытий, наносимых по влажным поверхностям и под водой.

5. Растворимые соли с покрываемых поверхностей смываются пресной водой. Возникает вопрос о возможности реализации данного требования в зонах заплеска и, тем более, под водой.

6. Нефть и масла удаляются с поверхности в соответствии с SSPC-SP1 обработкой органическим растворителем. Возникает вопрос о возможности такой обработки загрязненных нефтепродуктами свай и других ГТС в зонах заплеска и, тем более, под водой.

7. Рекомендуемый профиль подготовки поверхности 75-100 мкм в соответствии с SSPC-SP11 для механической обработки.

8. Нанесение покрытий на воздухе. Рекомендуется применение стальной сетки. Оговаривается: не загоняйте воду в покрытие.

9. Нанесение покрытий по влажным поверхностям (два варианта).

10. Нанесение под водой. Обсуждается с позиций используемой стандартной упаковки. Возникают вопросы по двум предлагаемым вариантам.

Научное издание

**XX научно-техническая конференция молодых
ученых, аспирантов, студентов**

Химические науки

Компьютерная верстка Е.Н. Голубина

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать 04.05.2017 г. Формат 60x84^{1/16}

Бумага «Комус». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 3,7. Уч.- изд. л. 2,4.

Тираж 50 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301655 Тульская обл., Новомосковск, ул. Дружбы, 8