

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



**XIX НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ,  
СТУДЕНТОВ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**ЧАСТЬ 2**

Новомосковск  
2017

**УДК 378:082.2(043.2)**  
**ББК 74.58**  
**Д 259**

Д 259 **XIX научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов, студентов. Тезисы докладов. Часть 2 /** ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал). Новомосковск, 2017. – 76 с.

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

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:*

профессор, доктор экономических наук Ю.Д. Земляков - *председатель*  
доцент, кандидат экономических наук А.В. Овчаров – *заместитель председателя*  
доцент, кандидат технических наук Ю.В. Гербер – *отв. секретарь*

доцент, доктор философских наук Э.А. Бирюкова  
доцент, доктор технических наук В.М. Логачева  
доцент, кандидат химических наук В.И. Журавлев  
доцент, кандидат технических наук Н.В. Маслова  
доцент, кандидат экономических наук Г.И. Жабер

## СОДЕРЖАНИЕ

## СЕКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ...8

*Буравкин Д.М., Ермаков А. И.*

СТРОЕНИЕ И АНТИТРОМБОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РЯДА  
ДИПЕПТИДОВ НА ОСНОВЕ S-ГЕКСИЛЦИСТЕИНА .....8

*Говоровская Е.В., Ермаков А. И.*

СТРОЕНИЕ И ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ РЯДА  
ДИПЕПТИДОВ НА ОСНОВЕ ЦИСТИНА .....9

*Горохов Я.В., Ермаков А. И.*

СТРОЕНИЕ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ  
РЯДА ЦИКЛОДИПЕПТИДОВ .....10

*Барыкин Р.Е., Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Калашиникова М.А*

ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ  
УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ .....11

*Чередник Н.В., Коробко Е.А., Алексеев П.А.*

РАЗДЕЛЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СМЕСЕЙ АБС-ПЛАСТИКОВ И ПВХ-  
ПЛАСТИКАТОВ .....12

*Трусов П.А., Коробко Е.А., Алексеев А.А мл.*

МОДИФИКАЦИЯ СМЕСЕЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ МАЛЫМИ  
ДОБАВКАМИ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ .....13

*Денисова Е.А., Крылова А.Ю., Коробко Е.А., Алексеев А.А.*

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК БЛОК-СОПОЛИМЕРА ИСТ-20  
НА СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ .....14

*Ниязов С.А., Соловкина Н.С., Алексеев А.А., Коробко Е.А.*

ЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИИ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В  
РАМКАХ ТЕОРИИ, ОСНОВАННОЙ НА РАЗРУШЕНИИ  
ФЛУКТУАЦИОННОЙ СЕТКИ ПРИ ТЕЧЕНИИ. ГИПОТЕТИЧЕСКИЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТ .....15

*Соловкина Н.С., Ниязов С.А., Алексеев А.А., Коробко Е.А.*

ЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИИ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В  
РАМКАХ ТЕОРИИ, ОСНОВАННОЙ НА ПОСТЕПЕННОМ «ВЫВЕДЕНИИ»  
ИЗ ПРОЦЕССА ТЕЧЕНИЯ МАКРОМОЛЕКУЛ С ВСЕ МЕНЬШЕЙ  
МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ. ГИПОТЕТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ .....16

*Нгуен Чонг Нгуа, Фам Куанг Зунг, Чернышев И.Н.,*

*Коробко Е.А., Алексеев П.А.*

СВОЙСТВА СМЕСЕЙ АБС-СОПОЛИМЕРОВ С ПОЛИАМИДОМ .....17

*Фам Куанг Зунг, Нгуен Чонг Нгуа, Чернышев И.Н.,*

*Коробко Е.А., Алексеев П.А.* .....18

СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ПОЛИАМИДА С АБС-СОПОЛИМЕРАМИ .....18

<i>Талипова О.Л., Андриянов Д.Н., Коробко Е.А., Алексеев А.А. мл.</i> ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОБАВОК ПРОИЗВОДНОГО АМИДА СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА .....	19
<i>Талипова О.Л., Андриянов Д.Н., Чернышова В.Н., Алексеев А.А., Лобанов А.В.</i> ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАПТАКСА И ТИУРАМА НА СВОЙСТВА ЭКСТРУЗИОННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА .....	20
<i>Крылова А.Ю., Алексеев А.А.</i> СТРУКТУРА И СВОЙСТВА БЛОК-СОПОЛИМЕРА ИСТ-20 .....	21
<i>Андриянов Д.Н., Талипова О.Л., Чернышова В.Н., Алексеев А.А., Лобанов А.В.</i> ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАПТАКСА, ТИУРАМА И СЕРЫ НА СВОЙСТВА ВТОРИЧНОГО ЛИТЬЕВОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА .....	22
<i>Андриянов Д.Н., Талипова О.Л., Чернышова В.Н., Алексеев А.А. мл., Лобанов А.В.</i> .....	23
<i>Чернышев И.Н., Алексеев А.А.</i> ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАПТАКСА НА СВОЙСТВА ЭКСТРУЗИОННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА .....	23
<i>Чернышев И.Н., Алексеев А.А.</i> ЭПОКСИДНЫЕ КОМПАУНДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ ПОД ВОДОЙ.....	24
<i>Макаров Ю.А.*, Горохова М.Н.*, Платонов В.В.***, Лебедев К.С.*</i> ВЛИЯНИЕ СТЕАРАТОВ (Fe – Se – Al) НА ВЫХОД ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА МАЗУТА М-100.....	25
<i>Попов В.И., Казаков П.А., Маклаков С.А.</i> СИНТЕЗ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА 5-АЦЕТАМИНО-2-МЕТИЛИНДОЛИЛ-3- УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ .....	26
<i>Белозерова Л.И*., Платонов В.В.***, Горохова М.Н.***</i> ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ТОЛУОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЯ (АЗОВСКАЯ ПОЙМА, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ).....	27
<i>Белозерова Л.И*., Платонов В.В.***, Горохова М.Н.***</i> ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ХЛОРОФОРМНОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЯ АЗОВСКОЙ ПОЙМЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....	29
<i>Чибизова А.А.*, Платонов В.В.***, Горохова М.Н.*</i> ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ПРОДУКТОВ ПРИЖИЗНЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРАСНОЙ ВОДОРΟΣЛИ DUNALIELLA SALINA (КРЫМСКАЯ ОБЛ., САКИ) .....	30
<i>Абызова Е. В*., Платонов В.В.***</i> ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЖЕНЫШЕНЯ И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ .....	32

*Абызова Е.В., Родионова Р.В.*

ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА СТИРОЛА .....34

*Глевко Е.В., Родионова Р.В.*

ПРЕДПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА

СУСПЕНЗИОННОГО ПОЛИСТИРОЛА.....34

*Глевко Е. В. \*, Платонов В.В\*\*, Горохова М.Н.\*.*

СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ «МАКЛЮРЫ» (ИНДИЙСКИЙ,  
КИТАЙСКИЙ АПЕЛЬСИН) И ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ .....35

*Абызова Е. В.\*, Платонов В.В\*\*.*

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ СПИРТОВОГО ЭКСТРАКТА

ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SILVESTRIS) .....37

*Глевко Е. В.\*, Платонов В.В\*\*, Горохова М.Н.\**

СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ ТОЛУОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА

ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ.....39

*Белозерова Л.И\*, Платонов В.В\*, Лебедев К. С\*\*\*.*

СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ АЦЕТОНОВОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

САПРОПЕЛЯ АЗОВСКОЙ ПОЙМЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....40

*Белозерова Л.И\*, Платонов В.В\*\*, Лебедев К. С\*\*\*.*

ДИНАМИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ

СЕРНОКИСЛОТНОМ И АЗОТНОКИСЛОТНОМ ВСКРЫТИИ БУРОУГОЛЬНОЙ

ОТВАЛЬНОЙ ПОРОДЫ ПОДМОСКОВНОГО БАССЕЙНА.....41

*Белозерова Л. И. \*, Платонов В.В\*\*, Лебедев К.С\*\*\*.*

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ТЕРМОРАСТВОРЕНИЕ БУРЫХ УГЛЕЙ В

ПРИСУТСТВИЕ ВОДОРОДОДОНОРНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ И

КОНЦЕНТРАТА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....43

*Дергунов Т.А., Филимонов В.Н.*

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ

ВИТАМИНОВ В УСЛОВИЯХ НОРМАЛЬНО-ФАЗОВОЙ ВЭЖХ

СИСТЕМЕ «SILASORB-600 – БИНАРНЫЙ ЭЛЮЭНТ».....45

*Абызова Е.В., Родионова Р.В.*

ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА СТИРОЛА .....46

*Глевко Е.В., Родионова Р.В.*

ПРЕДПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА СУСПЕНЗИОННОГО

ПОЛИСТИРОЛА .....47

## **СЕКЦИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ 48**

*Ланцов Р.С., Гаврилова А.А., Стуковнина Н.Н., Воробьева В.В. ....48*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОМОСКОВСКОЙ

ГЛИНЫ .....48

*Ульяничев А.О., Моисеев М.М.*

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ НИКЕЛЬ-МЕДНЫХ  
КАТАЛИЗАТОРОВ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА .....49

*Якушин Н.С., Янков А.В., Леонов В.Т.*

ИССЛЕДОВАНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ С ЦЕОЛИТОМ  
МЕТОДОМ ДТА .....50

*Бизерра Г.Л.Л., Янков А.В., Леонов В.Т.*

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АММОНИЙНОЙ  
СЕЛИТРЫ С ДОБАВКАМИ ДОЛОМИТА, ГИПСА, ПОЛУГИДРАТА  
СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ И КАРБАМИДА .....51

*Бизерра Г.Л.Л., Янков А.В., Леонов В.Т.*

ИССЛЕДОВАНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ С ДОЛОМИТОМ И  
ФОСФОРИТОМ МЕТОДОМ ДТА .....52

*Бизерра Г.Л.Л., Янков А.В.*

ВВЕДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ КАТАУ В САН .....52

*Намазов Хуснутдин, Рассохина Л.Ю., Леонов В.Т.*

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВ –  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ТУРКМЕНИСТАНА .....53

*Мушкарин К.Г., Журавлёв В.И., Волкович А.В., Жиркова Ю.Н., Ермакова Д.О.*

КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЦИНКОВОГО  
КАТОДА В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И  
ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ .....54

*Мушкарин К.Г., Журавлёв В.И., Волкович А.В., Жиркова Ю.Н., Панарина Х.В.*

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕЗАРЯДА КАТИОНОВ-ДИФфуЗАНТОВ НА  
ИЗМЕРЕНИЯ ИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФфуЗИИ В РАСПЛАВАХ .....56

*Коновалов И.М., Волкович А.В., Журавлёв В.И., Чудин Е.Г.*

ОСТАТОЧНЫЙ ТОК ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ  
МЕТАЛЛОВ ИЗ СОЛЕВЫХ РАСПЛАВОВ В СПЛАВЫ С ГАЛЛИЕМ .....57

*Сафронова Е.В., Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф., Чернышев И.Н.*

СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОЛЕЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПЕРЕХОДНОМ СЛОЕ  
ЭКСТРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ .....58

*Семехина А.С., Костылева Е.И., Рыбкина Т.И.*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕНОГАШЕНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ  
КОНВЕРТОРНОГО ГАЗА ОТ CO<sub>2</sub> В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА .....59

*Семеняко Д.М., Добрыднев С.В.*

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА  
ОЧИСТКИ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ ХЕМОСОРБЕНТОМ  
НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА .....60

*Александрова О.А., Добрыднев С.В.*

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ РАСТВОРЕНИЯ $Ni(OH)_2$ В АММИАЧНО-КАРБОНАТНОМ ВОДНОМ РАСТВОРЕ .....	62
<i>Савельянова О. В., Ермаков А. И.</i>	
МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДЫ С МАГНЕТИТОМ.....	63
<i>Клепикова М.И., Назарова А.Ю., Леонтьева Е.А., Новиков А.Н.</i>	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ИОДИДА БАРИЯ В ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДЕ ПРИ 298,15 К.....	64
<i>Буланова С.С., Беликова Д.В., Леонтьева Е.А., Новиков А.Н.</i>	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНА ПРИ 308,15 К.....	65
<i>Бескосова В.М., Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Беликова Д.В.</i>	
ПОЛУЧЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТИОСУЛЬФАТА НАТРИЯ.....	66
<i>Зарочинцева К.В., Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Леонтьева Е.А.</i>	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ .....	67
<i>Алтатова М.Н., Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Танчев Р.А.</i>	
ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СОЛЕЙ КАЛЬЦИЯ И БАРИЯ.....	68
<i>Ефремов П.В., Калашиникова М.А., Танчев Р.А., Новиков А.Н.</i>	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ СОЛЕЙ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ .....	69
<i>Лапушкина М.А., Пингачева Т.В.</i>	
ГЛАВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВСЕЛЕННОЙ. ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВОДОРОДОМ В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ.....	70
<i>Абызова Е.В., Глевко Е.В., Фатеева Н.В., Мещеряков Г.В.</i>	
КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА ДЛЯ РЕАКТОРОВ С ВЫХОДОМ ПРОДУКТОВ БОЛЕЕ 5%.....	71
<i>Казаков П.А., Гоголева И.М., Фатеева Н.В., Мещеряков Г.В.</i>	
ПРОИЗВОДСТВО МЕТАНОЛА БЕЗ РЕЦИКЛА .....	71
<i>Щеколдина З.Н., Кизим Н.Ф.</i>	
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЭКСТРАГИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БАВ ПЛОДОВ <i>CRATAEGUS</i> .....	72
<i>Тарасенкова А.Э., Кизим Н.Ф.</i>	
ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНОЙ И АЗОТНОЙ КИСЛОТ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ .....	73
<i>Назаров Д.С., Рассохина Л.Ю.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА .....	74
<i>Подколзин А.А., Дороховская К.С.</i>	
ИЗОБРАЖЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ .....	75

## СЕКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 541.69 + 615.22

*Буравкин Д.М., Ермаков А. И.*

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

### СТРОЕНИЕ И АНТИТРОМБОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РЯДА ДИПЕПТИДОВ НА ОСНОВЕ S-ГЕКСИЛЦИСТЕИНА

В работах [1,2] обнаружена антитромботическая активность ряда Серо-содержащие линейные дипептиды с общей формулой химического строения: XGly-(S-гексил)-L-Cys-Y и X-S-гексил)-L-Cys-Gly-Y, где: X = H, -C(O)-O-C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; Y = OH, OMe или OEt проявляют антитромботическую активность (АТА) [1,2].

В настоящей работе с целью выявления причин активности S-содержащих дипептидов построены зависимости АТА – квантово-химически рассчитанный дескриптор электронного строения дипептидов. Расчеты характеристик электронного строения молекул дипептидов осуществлены полуэмпирическим квантово-химическим методом PM3 с использованием лицензионной программы HyperChem 8.0.8 [3].

Установлено, что в основном электронном состоянии молекул дипептидов все бутилкарбаматзамещенные дипептиды проявляют почти одинаковую АТА. Стандартные квантово-химические дескрипторы при этом изменяются в широких интервалах. Однако скорректированные на липофильность значения дескрипторов обычно располагаются кучно, что согласуется с экспериментальными данными об АТА защищенных дипептидов. Стандартные квантово-химические дескрипторы не дали монотонного соответствия с АТА дипептидов. Скорректированные на липофильность дипептидов значения дескрипторов электронного строения их молекул показывают, что увеличения АТА можно ожидать в ряде случаев: при повышении энергии высшей занятой молекулярной орбитали, понижении электроотрицательности молекулы, понижении жесткости молекулы, уменьшении дипольного момента, а также при определенных изменениях эффективных зарядов атомов азота и кислорода дипептидов.

1. Bruzgo I, Midura-Novaczek K. // Acta Poloniae Pharmaceutica Drug Research. 2007. V. 63. N. 5. P. 479-482.

2. Midura-Novaczek K, Bruzgo I, Krajewska D. // Advances in Medical Sciences. 2009. V. 54(1)P. 47-50.

3. HYPERCHEM-8.0.8. Permanent Site License Version. Small School. Departmental (Class C). [www.hyper.com](http://www.hyper.com).



УДК 541.69 + 615.27

*Говоровская Е.В., Ермаков А. И.*

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

## **СТРОЕНИЕ И ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ РЯДА ДИПЕПТИДОВ НА ОСНОВЕ ЦИСТИНА**

В работе [1] были синтезированы и детально изучены количественные характеристики противоопухолевой активности (ПОА) и отдельные свойства четырех линейных дипептидов на основе цистина.

В настоящей работе мера ПОА дипептидов по отношению к трем линиям раковых клеток [1] была усреднена и объяснена на основании биодоступности и квантово-химически рассчитанных значений дескрипторов электронного строения молекул. В качестве меры биодоступности введена сумма коэффициента липофильности и логарифма обратного значения константы диссоциации комплекса дипептида с альбумином. Оказывается, что ПОА дипептидов монотонно увеличивается с ростом, таким образом, определенной биодоступности.

Квантово-химическим методом PM3 с использованием лицензионной квантово-химической программы HyperChem 8.0.8 [2] были рассчитаны дескрипторы электронного строения молекул дипептидов в основном и возбужденных синглетном и триплетных состояниях. Наблюдается увеличение ПОА дипептидов с повышением рассчитанной меры восстановительной и понижением окислительной способности, а также уменьшением электроотрицательности молекул в основном состоянии.

Рассчитанные значения скорректированных на биодоступность дипептидов квантово-химических дескрипторов позволяют установить ряд монотонных зависимостей типа ПОА – скорректированный дескриптор. В частности, найдено, что ПОА дипептидов находится в монотонной зависимости от скорректированных дескрипторов: энергии высшей занятой молекулярной орбитали, энергии низшей свободной молекулярной орбитали, электроотрицательности молекул, жесткости молекул в основном электронном состоянии. Проанализирована роль возбужденных состояний в определении ПОА рассмотренного ряда дипептидов.

1. Banerji B., Pramanik S.K., Pal U, Maiti N.C. // Chemistry Central Journal. 2013.

V. 7, N 91. P. 1-10.

2. HYPERCHEM-8.0.8. Permanent Site License Version. Small School. Departmental (Class C). [www.hyper.com](http://www.hyper.com).

УДК 541.69 + 615.27

*Горохов Я.В., Ермаков А. И.*

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

## **СТРОЕНИЕ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ РЯДА ЦИКЛОДИПЕПТИДОВ**

Наблюдается устойчивый рост числа инфекционных заболеваний из-за повышения резистентности бактерий к имеющимся лекарственным средствам. Поэтому необходимы новые соединения, обладающие антибактериальной активностью (АБА). В этом плане перспективны циклодипептиды (ЦДП). К настоящему времени главные факторы пространственного и электронного строения ЦДП, определяющие их АБА еще не выявлены. Поэтому актуален поиск количественных соотношений между строением и АБА изученных ЦДП..

В настоящей работе ряде проанализирована АБА ряда ЦДП: Ser-Ser, Ser-Тур, Трр-Pro, Phe-4-CI-Pro и Phe-4I-Pro, включая их отдельные оптические изомеры. Для этого квантово-химическим методом РМЗс использованием лицензионной программы HyperChem 8.0.8 [1] были получены оптимальные пространственные структуры и характеристики электронного строения всех оптических изомеров (LL, LD, DL и DD типа) соединений рассматриваемого ряда. Проанализированы молекулы, находящиеся в основном и возбужденных (синглетном и триплетном) состояниях.

Среди ряда рассчитанных квантово-химических дескрипторов молекул ЦДП только изменение энергии незанятых молекулярных орбиталей удовлетворительно соответствует изменению АБА соединений. При этом влияние оптической изомерии соединений не прослеживается.

В соответствии с одним из механизмов гибели бактерий нами были введены скорректированные на гидрофильность соединений квантово-химические дескрипторы. Оказалось, что в этом случае АБА соединений увеличивается с ростом скорректированных значений энергии граничных орбиталей, энергии связывания; уменьшении скорректированных значений электроотрицательности, жесткости и дипольного момента молекул.

1.HYPERCHEM-8.0.8. Permanent Site License Version. Small School. Departmental (Class C). [www.hyper.com](http://www.hyper.com).

УДК 615.1:54

*Барыкин Р.Е., Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Калашиникова М.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ**

Свободные карбоновые кислоты в медицинской практике применяются довольно редко. Это обусловлено тем, что кислоты, диссоциируя на ионы, отщепляют ионногенный водород. Он придает карбоновым кислотам раздражающее действие. Поэтому, в медицине чаще всего применяют соли кислот. Фармацевтическими препаратами являются ацетаты калия и натрия.

Их физиологическое действие, в основном, обусловлено катионом. Ацетат калия применяется при отеках сердечного происхождения как солевое диуретическое средство. Ацетат натрия применяется в медицине - входит в состав ряда мочегонных средств.

В работе проведен синтез ацетатов калия и натрия. Получены белые кристаллические порошки, со слабым запахом уксусной кислоты. Полученный ацетат калия гигроскопичен, расплывается на воздухе. Ацетат калия легко растворим в воде, растворим в этаноле. Выход продукта составил 89%. Ацетат натрия получали по реакции уксусной кислоты и гидрокарбоната натрия. Кристаллы его мало растворимы в спирте и эфире, но хорошо растворяются в воде, образуя раствор ацетата натрия. Выход продукта составил 87%.

Подлинность лекарственных веществ, проверяли по ГФ X и ГФ XI. Было доказано, что полученные лекарственные вещества соответствуют требованиям ГФ, не содержат недопустимых примесей.

Идентификацию лекарственных веществ проводили методом ИК-спектроскопии. В качестве образца сравнения использовали таблетку КВг. Полученные ИК спектры сравнили со спектрами из компьютерной базы данных. Были получены частоты, соответствующие полосам поглощения, равные  $1735\text{ см}^{-1}$  и  $1785\text{ см}^{-1}$ , которые соответствуют группе С=О в уксусной кислоте. Вывод – полученные соединения являются ацетатом калия и ацетатом натрия.

Ацетат натрия используется в быту как составная химических грелок или химических обогревателей, применяется как составная часть смеси «горячего льда», при кристаллизации ацетата натрия выделяется тепло (экзотермический процесс).

УДК 678:66.08/19

*Чередник Н.В., Коробко Е.А., Алексеев П.А.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)

## **РАЗДЕЛЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СМЕСЕЙ АБС-ПЛАСТИКОВ И ПВХ-ПЛАСТИКАТОВ**

В производстве любой материальной ценности, даже жареной картошки, образуются отходы. Утилизация многих из них является сегодня актуальной проблемой.

Условно чистые отходы производства пластмассовых изделий обычно перерабатываются на месте, в эти же или иные изделия. Однако иногда формируются и смесевые дробленые отходы, представляющие собой смеси полимеров различной химической природы. Эти отходы могут содержать в себе и неполимерные компоненты в виде частиц различных размеров (металлические, керамические, деревянные, бумажные).

Рассмотрены основные способы разделения измельченных пластмассовых отходов, их достоинства и недостатки. Сформулирован вывод о целесообразности использования для разделения смесей АБС-пластиков и ПВХ-пластикатов метода «всплытие-осаждение».

Конкретными объектами исследований явились модельные смеси гранулированных полимерных материалов. Такие смеси могут быть и реальными, например, сметки с пола.

Предложена и апробирована в лабораторных условиях технологическая схема разделения указанных полимерных материалов, основанная на всплытии-осаждении гранул в водных растворах солей минеральных кислот.

Апробирована возможность переработки смесей АБС-пластиков и ПВХ-пластикатов без разделения. Объектом исследований явился материал АБС-2020 + пластикат ОМ-40 в эквивалентном соотношении.

Материал гранулировали стренговым способом с использованием линии на базе экструдера «Schwabentan» при 190 °С и далее перерабатывали в стандартные образцы на ТПА ДХ-3224 при 195 °С (лопатка типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84). Качество полученных материалов оценивали по: показателю текучести расплава (ПТР), пределу текучести при растяжении, удлинению при пределе текучести, прочности и удлинению при разрыве, условной прочности при изгибе, литевой усадке. Путем дополнительной пластификации материала дибутилфталатом возможно повышение его текучести с 1,5 г/10 мин (190 °С/49 Н) до 2,7 г/10 мин.

УДК 678.742.3

*Трусов П.А., Коробко Е.А., Алексеев А.А мл.*

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

**МОДИФИКАЦИЯ СМЕСЕЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ МАЛЫМИ ДОБАВКАМИ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Известным способом повышения текучести расплавов полимеров является введение в их состав смазок, иногда называемых реологическими добавками. Ассортимент смазок достаточно широк. К их числу относят жирные спирты  $C_{12}-C_{22}$  и их эфиры, твердые парафины  $C_{70}-C_{90}$  и их окисленные аналоги, соли металлов 1 и 2 группы Периодической системы Д.И. Менделеева и алифатических карбоновых кислот  $C_{10}-C_{20}$ , олигодииорганосилоксаны линейного строения (кремнийорганические жидкости) и т.д.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния добавок полидиметилсилоксана (ПДМС) марки ПМС-200 формулы  $(CH_3)_3Si-O-[Si(CH_3)_2-O]_n-Si(CH_3)_3$  и полиэтилгидридсилоксана (ПЭГС) марки 136-41 формулы  $(C_2H_5)_3Si-O-[Si(C_2H_5)H-O]_m-Si(C_2H_5)_3$  на свойства смеси полипропиленов (ПП) марки PP H030 GP (ООО «Полиом») и марки PP 4445T (ПАО «Нижекамскнефтехим») при массовом соотношении 9:1.

Конкретными объектами исследований явились: PP H030 GP, смесь ПП, смесь ПП + 0,025 % ПДМС и смесь ПП + 0,025 % ПЭГС.

Смеси различных компонентов гранулировали стренговым способом ( $T_{ГОЛОВКИ}$  190 °С,  $T_{ЗАГРУЗКИ}$  180 °С). Введение PP 4445T в состав PP H030 GP почти не ухудшило его экструзионные свойства. В присутствии малых добавок ПДМС и ПЭГС резко снижается производительность экструдера (результат прогнозировался, но не в такой степени).

Исходный PP H030 GP и гранулированные материалы на его основе показали текучесть: 2,4, 2,9, 3,0 и 3,1 г/10мин при 200 °С/2,16 кг, что указывает на малую эффективность кремнийорганических жидкостей в плане снижения вязкости расплавов ПП (работы В.А. Каргина и Г.П. Андриановой нам известны).

Ухудшение работы зоны загрузки отмечено и при переработке модифицированной смеси ПП литьем под давлением на ТПА ДХ-3224 ( $T_{ЗАГРУЗКИ}$  170 °С) в стандартные образцы (лопатку типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84). Качество полученных материалов оценивали по 14 показателям. По-видимому, ПЭГС в процессе переработки частично деструктурирует с выделением водорода.

УДК 678.01:678.746.22

*Денисова Е.А., Крылова А.Ю., Коробко Е.А., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК БЛОК-СОПОЛИМЕРА ИСТ-20 НА СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Внутренняя полимерная структура блок-сополимеров (БСПЛ) типа стирол-изопрен-стирол представляет собой совокупность двух фаз: непрерывной полиизопреновой и дискретной полистирольных доменов (полистирольные блоки ассоциируются в домены). Такая структура обеспечивает возможность их экструзией и литьем под давлением в изделия с комплексом свойств, присущим сшитому натуральному полиизопреновому каучуку (смокед-шитт марок 1X RSS, RSS-1—RSS-5, светлый креп марок SMR-5, SMR-10, SMR-20, SMR-50) и синтетическому СКИ-3). Однако основная область их применения – клеящие материалы, в меньшей степени используются для модификации битума и полимеров.

В настоящей работе изучено влияние добавок БСПЛ, содержащего 20 % связанного стирола) на свойства первичного и рыночного вторичного полиэтилена высокого давления (ПЭВД марки 10803-020 и ПЭВД-В).

Конкретными объектами исследования явились материалы на основе ПЭВД, содержащие 0, 5, 10 и 20 % БСПЛ, и на основе ПЭВД-В, содержащие 0 и 10 % БСПЛ.

Основные возникшие проблемы: на стадии подготовки сырья – трудность раздира слипшихся кусков БСПЛ, на стадии смешения исходных компонентов – слипание частиц БСПЛ, на стадии гранулирования – плохая сыпучесть при содержании 5 % и отсутствие таковой при большем содержании БСПЛ (экструдер «Schwabentan»).

Полученные результаты указывают на возможность экструзии смесей полимеров, по крайней мере, при температурах 160—200°С.

Определены показатели текучести расплавов (ПТР) всех материалов. Введение более текучего БСПЛ (ПТР 10 г/10 мин при 200°С/5 кг) в состав менее текучих ПЭВД (ПТР 10,8 г/10 мин) и ПЭВД-В (ПТР 3,8 г/10 мин) заметно повышает их текучесть.

Гранулированные материалы хорошо перерабатываются в изделия методом литья под давлением (ТПА ДХ-3224): получаемые стандартные образцы не прилипают к формующим поверхностям, хорошее извлечение центрального литника, отсутствие утяжин.

Модификация полиэтилена добавками БСПЛ снижает его прочность, твердость, но повышает удлинение при разрыве.

УДК 678:532.135

*Ниязов С.А., Соловкина Н.С., Алексеев А.А., Коробко Е.А.*  
 (Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## ЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИИ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В РАМКАХ ТЕОРИИ, ОСНОВАННОЙ НА РАЗРУШЕНИИ ФЛУКТУАЦИОННОЙ СЕТКИ ПРИ ТЕЧЕНИИ. ГИПОТЕТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Известны различные интерпретации явления аномалии вязкости расплавов полимеров, примыкающие, в той или иной степени, к двум основным теориям.

Обе теории базируются на моделировании расплавов и растворов полимеров полимерной пространственной флуктуационной сеткой и ее релаксации. В рамках данной теории под релаксацией сетки понимают процесс восстановления исходной структуры путем увеличения числа узлов после предварительного деформирования.

Сущность данной теории аномалии вязкости рассмотрена на гипотетическом примере деформирования расплава в отдельной точке пластикатора экструдера.

«Поставлено» 7 опытов: фрагмент шнека вращается с постоянной частотой  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$  и  $n_7$ .

«Ситуация» в случае деформирования расплава в первом и шестом опытах представлена на рис. 1 и рис. 2.

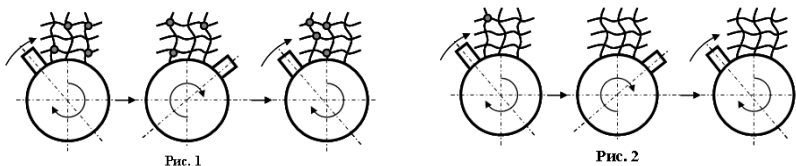


Рис. 1

Рис. 2

В каждом опыте «зафиксировано» семь крутящих моментов. «Рассчитано» семь значений напряжений сдвига и семь скоростей сдвига:  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$  и  $\gamma_7$  ( $\gamma_i$  с точкой вверху). «Рассчитано» семь значений вязкостей расплава, соответствующих указанным интенсивностям деформирования. Далее построена зависимость вязкости от напряжения сдвига (рис. 3).

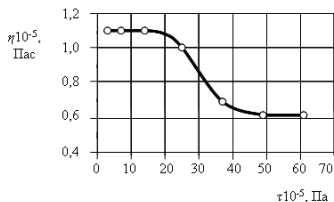


Рис. 3

Главной задачей «эксперимента» было определение значений крутящих моментов, «соответствующих» выбранным частотам «вращения» шнека.

УДК 678:532.135

Соловкина Н.С., Ниязов С.А., Алексеев А.А., Коробко Е.А.  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

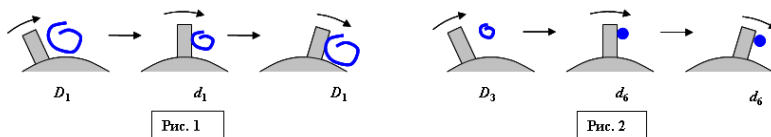
## ЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИИ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В РАМКАХ ТЕОРИИ, ОСНОВАННОЙ НА ПОСТЕПЕННОМ «ВЫВЕДЕНИИ» ИЗ ПРОЦЕССА ТЕЧЕНИЯ МАКРОМОЛЕКУЛ С ВСЕ МЕНЬШЕЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ. ГИПОТЕТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

В рамках данной теории под релаксацией флуктуационной сетки понимают процесс восстановления исходной структуры **путем уменьшения числа узлов** после предварительного деформирования.

Сущность данной теории аномалии вязкости рассмотрена на гипотетическом примере деформирования расплава в отдельной точке пластикатора экструдера.

«Поставлено» 7 опытов: фрагмент шнека вращается с постоянной частотой  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$  и  $n_7$ .

«Ситуация» в случае деформирования расплава в первом и шестом опытах представлена на рис. 1 и рис. 2.



В каждом опыте «зафиксирован» крутящий момент, «рассчитаны» напряжение и скорость сдвига, вязкость. Далее построена зависимость вязкости от напряжения сдвига (рис. 3).

В каждом опыте «взяты пробы» расплавы, пробы «подвергли» фракционированию, по уравнению Марка-Хаувинка-Куна «определили» молекулярные массы фракций, рассчитали молекулярно-массовое распределение (ММР).

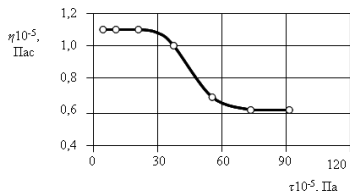


Рис. 3

«Установили» взаимосвязь ММР полимера с характером его течения и структурой расплава, формируемой при различных интенсивностях деформирования.

Главной задачей «эксперимента» было определение значений крутящих моментов, «соответствующих» выбранным частотам «вращения» шнека.



УДК 678.675.074

*Нгуен Чонг Нгуа, Фам Куанг Зунг, Чернышев И.Н.,  
Коробко Е.А., Алексеев П.А.*

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

## **СВОЙСТВА СМЕСЕЙ АБС-СОПОЛИМЕРОВ С ПОЛИАМИДОМ**

Одним из интенсивно развиваемых направлений в области создания новых полимерных материалов является смешение полимеров. Достижимые при этом отдельные показатели качества могут превосходить таковые у исходных компонентов. На фоне известных полимер-полимерных композиций типа АБС+поликарбонат хорошо смотрятся зарубежные компаунды типа АБС+полиамид (ПА).

Ранее, в 2016 году, нами были доложены результаты исследования смесей полимеров участием вторичного АБС, вторичного ПА-6 белого цвета и первичного ПА-6, производства ОАО «Химволокно» (г. Гродно, республика Беларусь, 2014 год, ПТР 28,6 г/10 мин при 230 °С/2,16 кг).

В настоящей работе объектами исследования явились смеси на основе вторичного АБС-4 и первичного АБС-2020 (ОАО «Пластик», г. Узловая, Россия) с участием первичного ПА-6 производства ОАО «Химволокно» (г. Гродно, 2016 год, ПТР 14,0 г/10 мин при 230 °С/2,16 кг). Смеси получали по отработанной технологии: АБС смешивали с ПА-6 в массовом соотношении 1/1 и далее гранулировали на экструдере «Schwabentan». Полученный концентрат использовали для получения компаундов АБС-4:ПА-6 = 100:0, 90:10, 80:20, 0:100 и АБС-2020:ПА-6 = 100:0, 80:20, 0:100 (по массе) холодным смешением соответствующих компонентов. Компаунды далее гранулировали (240°С) и перерабатывали литьем под давлением на ТПА ДХ-3224.

Гранулированные смеси на основе АБС-4 характеризуются неоднозначными значениями ПТР при 220 °С/10 кг. Значения ПТР при 230 °С/2,16 кг свидетельствуют о повышении текучести АБС.

Все материалы хорошо перерабатываются литьем под давлением при 230 °С в стандартные образцы (лопатку типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84).

Контролировали поведение полученных материалов при растяжении (предел текучести при растяжении, удлинение при пределе текучести, прочность и удлинение при разрыве), изгибе и ударе по Шарпи без надреза, а также усадку по бруску и лопатке.

Полученные нами результаты указывают, все-таки, на нецелесообразность введения в состав АБС добавок ПА. Возможно, что одной из причин является низкая температура переработки.

УДК 678.675.074

*Фам Куанг Зунг, Нгуен Чонг Нгуа, Чернышев И.Н.,  
Коробко Е.А., Алексеев П.А.*

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

## **СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ПОЛИАМИДА С АБС-СОПОЛИМЕРАМИ**

Кристаллические алифатические полиамиды ПА и аморфные привитые сополимеры стирола с акрилонитрилом на бутадиеновый каучук (АБС-сополимеры, АБС) являются полярными полимерами, что позволяет предположить частичную совместимость между ними и, таким образом, устранить присущие ПА недостатки.

Ранее, в 2016 году, нами были доложены результаты исследования смесей полимеров участием первичного ПА-6 производства ОАО «Химволокно» (г. Гродно, республика Беларусь, 2014 год, ПТР 28,6 г/10 мин при 230 °С/2,16 кг), вторичного ПА-6 белого цвета и двух партий вторичного АБС.

В настоящей работе объектами исследования явились смеси на основе первичного ПА-6, производства ОАО «Химволокно» (г. Гродно, 2016 год, ПТР 14,0 г/10 мин при 230 °С/2,16 кг), с участием первичного АБС-2020 (ОАО «Пластик», г. Узловая, Россия) и вторичного АБС (АБС-4). Смесей получали по отработанной технологии: ПА-6 смешивали с АБС в массовом соотношении 1/1 и далее гранулировали на экструдере «Schwabentan». Полученный концентрат использовали для получения компаундов ПА-6:АБС-4 = 90:10 и ПА-6:АБС-2020 = 90:10 (по массе) холодным смешением соответствующих компонентов. Компаунды далее гранулировали и перерабатывали литьем под давлением на ТПА марки ДХ-3224.

На формирование внутренней структуры смеси полимеров большое влияние оказывает вязкость расплавов смешиваемых компонентов, что предопределило исследование реологии расплавов АБС-4 и АБС-2020 при 230 °С (температуре переработки композиции). Испытания проведены на приборе ИИРТ-М. В интервале напряжений сдвига до 140 кПа оба полимера демонстрируют явно выраженный псевдопластичный характер течения. Зависимости  $\eta = f(\dot{\tau})$ ,  $\eta = f(\dot{\gamma})$ ,  $\dot{\gamma} = f(\tau)$  и  $\tau = f(\dot{\gamma})$  демонстрируются в декартовых и логарифмических координатах. Определены уравнения Оствальда-де Вейля в форме записи  $\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$ .

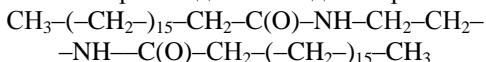
Обсуждаются свойства исходных полимеров и материалов, полученных с их участием (показатель текучести расплава, показатели при растяжении, прочность при изгибе и ударе, усадка). В целом, результаты 2016 года подтверждаются во всех аспектах.

УДК 678.742.3

*Талипова О.Л., Андриянов Д.Н., Коробко Е.А., Алексеев А.А. мл.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОБАВОК ПРОИЗВОДНОГО АМИДА СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА**

Для модификации полипропилена (ПП) и других полимеров рекомендуется применение производного амида стеариновой кислоты формулы



(1,2-дистеарамидозтан) с температурой плавления 140—145 °С.

Согласно рекламной информации, данный продукт улучшает реологические свойства при переработке полимерных материалов и обеспечивает хорошие физические и механические свойства готовым изделиям, уменьшает силу трения внутри полимера между молекулами, уменьшает силу трения в системе «расплав полимера - горячая металлическая поверхность машины» и т.д.

В настоящей работе изучено влияние добавок указанного модификатора в количестве 0, 1,0 1,5 и 2,0 % на свойства PP H030 GP выпускаемого ООО «Полиом» (совместное предприятие Группы Компаний «Титан», ПАО «Сибур» и ПАО «Газпром нефть»).

Модификатор достаточно технологичен на стадии смешения исходных компонентов и не ухудшает экструзионные свойства PP H030 GP при 210 °С, оцениваемые визуально. Вопреки ожиданиям, заметного увеличения значений показателя текучести расплава ПП не обнаружено (для указанных составов: 2,4, 2,5, 2,6 и 2,7 г/10 мин при 200°С/2,16 кг).

Исходный и модифицированный ПП достаточно технологичны при переработке литьем под давлением на ТПА ДХ-3224 при 200 °С.

Исходный ПП перерабатывали литьем под давлением при 210°С, модифицированный – при 200 °С. За один впрыск формовали стандартную лопатку типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84. Все материалы достаточно технологичны при переработке. Модификатор не ухудшает прозрачность получаемых изделий. Отмечено некоторое повышение плотности получаемых изделий при увеличении содержания модификатора.

Качество полученных материалов оценивается по 25 показателям (поведение при растяжении, изгибе, ударе, литьевая усадка и т.д.).

УДК 678.742.3

*Талипова О.Л., Андриянов Д.Н., Чернышова В.Н., Алексеев А.А.,  
Лобанов А.В.*

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

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАПТАКСА И ТИУРАМА НА СВОЙСТВА ЭКСТРУЗИОННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА**

Возможность регулирования вязкости расплава полимера непосредственно в процессе переработки может оказаться эффективным способом решения целого ряда проблем на предприятии. При переработке методом экструзии вязкость расплава полимерного материала стремятся обычно повысить, при литье под давлением – понизить.

В последние годы широко рекламируется способ существенного снижения вязкости расплавов полипропилена (ПП), основанный на модификации полимера добавками органических пероксидов общей формулы [R–O–O–R]. При переработке литьем под давлением модификатор разлагается в пластикаторе термопластавтомата, образующиеся радикалы инициируют процесс интенсивной деструкции ПП с разрывом его макромолекул.

Целью настоящей работы явилось исследование возможности применения по целевому назначению каптакса и тирама, также являющихся радикалообразующими соединениями. Но реакционная способность R–S• меньше, чем R–O•.

Конкретными объектами исследования явились три материала: ПП марки PP H007 EX/2 (H007), H007 + 0,7 % каптакса (по массе) и H007 + 0,7 % тиурама.

Обсуждаются результаты смешения исходных компонентов в холодном смесителе и их последующего гранулирования стренговым способом (сепарирование сырья в бункере экструдера, внешний вид стренг, запах и показатель текучести расплава получаемых материалов. Зафиксирован эффект повышения текучести ПП в присутствии добавок каптакса.

Гранулированные материалы перерабатывали литьем под давлением на ТПА марки ДХ-3224 в стандартные образцы (лопатка типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84) при температуре расплава 230 °С. Обсуждаются результаты переработки (запах, извлекаемость центрального литника, внешний вид образцов).

Качество полученных материалов оценивается по 25 показателям. Обсуждается поведение материалов при растяжении, изгибе, ударе по Шарпи без надреза и т.д.

УДК 678.01:678.746.22

*Крылова А.Ю., Алексеев А.А.*

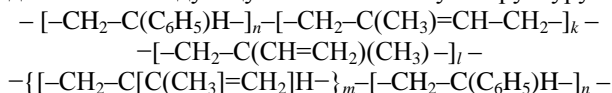
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА БЛОК-СОПОЛИМЕРА ИСТ-20**

Блок-сополимеры (БСПЛ) типа стирол-изопрен-стирол (СИС) линейной и радиальной структуры с четко выраженными жесткими и эластичными блоками и регулируемой молекулярной массой блоков являются полимерами последнего поколения. Их исследование представляет определенный научный и практический интерес.

Целью работы явилось исследование опытного образца ИСТ-20.

Химическая структура. Анализ ИК спектра поглощения ИСТ-20 позволяет предположить следующую его химическую структуру:



Вязкостные свойства. Определены значения показателя текучести расплава БСПЛ при 160 и 180 °С и различных нагрузках: 2,16, 5,0, 10 и 12,5 кг (прибор ИИРТ-М, капилляр 2,09 мм). Резкое повышение текучести при 180 °С имеет место при нагрузке 10 кг. Расплавы явно демонстрируют псевдопластичный характер течения. При напряжении сдвига 20000 Па вязкости 30000 (160 °С) и 10000 Па•с (180 °С), энергия активации вязкого течения 90 кДж/моль. Течение БСПЛ при 160 °С описывается уравнением Оствальда-де-Вейля  $\tau=21500\text{Па}\cdot\text{с}^{0,55}\gamma^{0,55}$  (над  $\gamma$  точка).

Технологичность при переработке. Определяется внешним видом: масса из слипшихся кусков, требующая раздира (дробление невозможно без охлаждения до минус 66 °С). Крайне низкая сыпучесть малых кусочков БСПЛ вызывает большие трудности при его гранулировании даже в случае принудительной подачи сырья.

Гранулирование. Возможны варианты только резкой гранул на головке. Гранулы сильно слипаются, требуется опудривание тальком.

Переработка гранулированного БСПЛ литьем под давлением. Имеются трудности из-за низкой сыпучести гранулированного БСПЛ. Существенным недостатком является прилипание изделий (стандартных образцов) к неподвижной полуформе, центральный литник не извлекается из втулки).

Особенность получаемых изделий. Изделия характеризуются малой липкостью к различным подложкам и хорошей между собой.

Механические свойства. Характеризуются низкой твердостью по Шору А (30 ед.) и низкой прочностью при растяжении.

УДК 678.742.3

*Андрянов Д.Н., Талипова О.Л., Чернышова В.Н., Алексеев А.А.,  
Лобанов А.В.*

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

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАПТАКСА, ТИУРАМА И СЕРЫ НА СВОЙСТВА ВТОРИЧНОГО ЛИТЬЕВОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА**

Известным способом существенного снижения вязкости расплавов полипропилена (ПП) является введение в их состав органических пероксидов [*n*-ди(*трет*-бутилпероксиизопропил)бензол, 2,5-бис(*трет*-бутилперокси)-2,5диметилгексан и др.]. В процессе переработки литьем под давлением пероксиды разлагаются, образующиеся радикалы способствуют интенсивной деструкции ПП с разрывом его макромолекул.

Однако свободные радикалы при нагревании могут генерировать и другие органические соединения, например, каптакс (2-меркаптобензтриазол), тиурам Д (тетраметилтиурамдисульфид), используемые при вулканизации ненасыщенных каучуков. Не исключен и гомолитический распад 8-членного кольца серы.

Целью настоящей работы явилось исследование возможности применения по целевому назначению каптакса, тиурама и серы на примере вторичного ПП литьевого назначения ППВ-1.

Конкретными объектами исследования явились четыре материала на основе вторичного гранулированного ПП марки ППВ-1 (ПТР 5,6 и 21,4 г/10 мин при 200 °С/2,16 кг и 200 °С/5 кг): исходный ППВ-1, ППВ-1 + 1 % добавок: каптакс + тиурам по 0,5 % и ППВ-1 + 1,5 % добавок: каптакс + тиурам + сера по 0,5 %.

Обсуждается технологичность процессов смешения исходных компонентов и их гранулирования стренговым способом. Результаты переработки оценивали по внешнему виду стренг, запаху и показателями текучести расплава получаемых материалов.

Не обнаружено эффекта повышения текучести вторичного ПП при модификации указанными соединениями.

Гранулированные материалы перерабатывали литьем по давлением на ТПА марки ДХ-3224 в стандартные образцы (лопатка типа 2 по ГОСТ 11262-80 и брусок типа 1 по ГОСТ 19109-84, формование двух образцов одновременно за один впрыск) при температуре расплава 190 °С. Обсуждаются результаты переработки (запах, извлекаемость центрального литника, внешний вид образцов).

Качество полученных материалов (образцов) оценивается по 25 показателям (поведение при растяжении, изгибе, ударе и т.д.).

УДК 678.742.3

*Андриянов Д.Н., Талипова О.Л., Чернышова В.Н., Алексеев А.А. мл.,  
Лобанов А.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КАПТАКСА НА СВОЙСТВА  
ЭКСТРУЗИОННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА**

В производстве крупногабаритных изделий методом литья под давлением требуются полимерные материалы с достаточно высокой текучестью. И такие материалы имеются, их приобретение обычно не является проблемой. Однако нередко требуется быстрое решение вопроса снижения вязкости расплава. Особенно это касается переработки вторичного сырья, нередко с различными качественными показателями в пределах одной партии. Одним из применяемых при этом способов, применительно для полипропиленов (ПП), является способ «контролируемой деструкции» («visbreaking reaction»), основанный на снижении молекулярной массы полимера под действием радикалов, образующихся при разложении специально вводимых органических пероксидов. Известный способ, тем не менее, не лишен определенного недостатка.

Ранее на кафедре «Химическая технология органических веществ и полимерных материалов» нашего института была установлена возможность снижения вязкости расплава ПП марки РР Н007 ЕХ/2 производства ООО «НПП «Нефтехимия», группа ПАО «Сибур») в присутствии добавки 0,7 % каптакса. Представляло интерес исследование свойств данного материала в более широком диапазоне содержания целевой добавки (0,7, 1,0, 1,5 и 2,0 % по массе).

Обсуждаются результаты технологии получения гранулированного модифицированного ПП.

Установлен экстремальный характер изменения вязкости расплава РР Н007 ЕХ/2 в зависимости от содержания каптакса.

Предложены возможные направления химических реакций, протекающих в пластикаторе термопластавтомата, определяющие неоднозначное влияние каптакса на вязкость получаемого при этом расплава.

Обсуждаются результаты переработки модифицированного РР Н007 ЕХ/2 литьем под давлением и свойства получаемых стандартных образцов. Качество полученных материалов оценивали по 25 показателям (поведение при растяжении, изгибе, ударе и т.д.).

Изделиям из модифицированного Н007 ЕХ/2 присущ слабый «резиновый» запах.

УДК 678.684

*Чернышев И.Н., Алексеев А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**ЭПОКСИДНЫЕ КОМПАУНДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ ПОД ВОДОЙ**

Металлические гидротехнические сооружения причалов, портов, доков и мостов перед монтажом окрашивают антикоррозионными лакокрасочными материалами. Однако спустя несколько лет защитные покрытия требуют ремонта. При этом, конечно, далеко не все конструкции можно изъять из воды на сушу.

Представлены краткие сведения о российских компаниях («Эпитал», холдинг «Пигмент» и др.), заявивших о готовности поставок эпоксидных компаундов для проведения ремонтных окрасочных работ под водой, и комплексе свойств рекомендуемых при этом материалов.

Представлены краткие сведения о зарубежных компаниях, реально присутствующих на российском рынке эпоксидных компаундов для проведения ремонтных окрасочных работ под водой («Chemco International Limited», «Edison Coatings Inc.», «AkzoNobel. International», «Henkel»), и комплексе свойств рекомендуемых при этом материалов.

Обсуждаются результаты проработки научно-технической и патентной информации по затронутой проблеме (РЖ «Химия», открытые реестры ФИПС), в частности патента РФ № 2314328 (опубл. 10.01.2008, статус на текущий момент: прекратил действие).

Рассмотрены основные характеристики эпоксидных олигомеров, которые могут оказать влияние на их способность к нанесению под водой. Поставленные опыты демонстрируют их значимость.

Рассмотрены основные характеристики известных отвердителей эпоксидных олигомеров, которые могут оказать влияние на их способность к нанесению под водой. Поставленные опыты демонстрируют их значимость.

Апробирован ряд пигментов и наполнителей, потенциально способных к применению в эпоксидных компаундах целевого назначения. Применение неорганических компонентов с большой плотностью признано нецелесообразным.

Видеоролик демонстрирует технологии получения и подводного нанесения некоторых известных компаундов и разработанного.

Обсуждаются свойства разработанного компаунда на фоне известных материалов аналогичного назначения.



УДК 552.578.2

*Макаров Ю.А. \*, Горохова М.Н. \*, Платонов В.В. \*\*, Лебедев К.С. \**

*(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,*

*\*\*Тульский государственный университет)*

### **ВЛИЯНИЕ СТЕАРАТОВ (Fe – Ce – Al) НА ВЫХОД ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА МАЗУТА М-100**

В работе проводилось исследование процесса каталитического крекинга мазута М-100 и западно-сибирской нефти - промышленной пробы Антипинского НПЗ г. Тюмени в присутствии стеаратов (Fe–Ce–Al). Крекинг осуществлялся в автоклаве (0,5 л), температура – 400<sup>0</sup>С; время процесса при рабочей температуре – 60 минут; соотношение нефть: мазут (М-100) – 3:1 (масс.); давление 7-9 МПа; массовая доля стеаратов – 0,5 (масс. % от мазута).

Анализ экспериментальных данных показал, что применение стеаратов позволяет получить (масс. %): выход жидких продуктов – 74,5; газов – 25,5; фракции до 180<sup>0</sup>С – 40,3; 180-320<sup>0</sup>С – 47,3 (масс. % от жидких продуктов); до 180<sup>0</sup>С – 30,0; 180-320<sup>0</sup>С – 35,2; выше 320<sup>0</sup>С – 21,1 (масс. % от исходного сырья).

Наиболее глубоко крекинг протекает в присутствии стеарата Fe, сопровождающийся активным протеканием процессов конденсации, который выражается в накоплении жидких продуктов нафталинов, фенантронов, антраценов, хризенов и пиренов.

В присутствии стеаратов Al и Ce селективно протекают реакции дегидрирования, циклизации, гидродеалкирирования. Протекание этих реакций приводит к образованию в жидких продуктах (н- и изо- алканы) алкилпроизводных циклопентана и циклогексана, а так же бензола.

В результате каталитического крекинга смеси сырой нефти и мазута М-100 в присутствии стеаратов Fe, Ce, Al получены жидкие продукты с октановым (80-85) и цетановым (56-62) числом соответственно и содержанием серы 0,01-0,005 (масс.%), что указывает на возможность применения их в качестве моторных топлив для карбюраторных и дизельных двигателей, а так же сырья для основного органического и нефтехимического синтеза.

Сравнительный анализ каталитического крекинга смеси нефти и мазута М-100 в присутствии стеаратов и формиатов показал что:

1) При термоллизе стеариновой кислоты образуются низкомолекулярные углеводородные радикалы, являющиеся переносчиками водорода от водорододонарных компонентов нефти (нафтеннов и гидроароматических соединений). При использовании формиатов переносчиками водорода являются полициклические арены, а так же СО образующие при термоллизе формиата, что обуславливает мягкие условия процесса.

2) Как при использовании стеаратов, так и формиатов образуются мелкодисперсные металлы, которые способные к связыванию H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> и O<sub>2</sub>,

которые образуются в форме трудно растворимых сульфидов, нитридов и оксидов, что играет важную роль для получения моторных топлив.

3) При использовании стеаратов максимальный выход жидких продуктов достигает меньшего значения (74,5 масс. %), чем при использовании формиатов (80,2 масс. %).

4) Применение стеаратов Се и Al способствуют образованию  $\beta$ ,  $\gamma$  и дельта олефинов, которые не способны полимеризоваться, а даже способствуют повышению октанового числа.

УДК 547.757

*Попов В.И., Казаков П.А., Маклаков С.А.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)

### **СИНТЕЗ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА**

### **5-АЦЕТАМИНО-2-МЕТИЛИНДОЛИЛ-3-УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ**

Производные индола играют важную роль в жизнедеятельности живых организмов. Широко известны такие биологически активные соединения как стимулятор корнеобразования растений гетероауксин, противовоспалительный препарат индометацин. В связи с этим представляет интерес синтез аналогов указанных соединений как потенциальных биологически активных веществ.

Одним из универсальных способов построения индольного цикла является реакция Фишера – циклизация фенилгидразонов карбонильных соединений.

Целью настоящего исследования являлась отработка синтеза этилового эфира 5-ацетамин-2-метилиндолил-3-уксусной кислоты, представляющего интерес для изучения биологической активности.

п-Нитроацетанилид получали двумя способами. По первому проводили нитрование ацетанилида нитрующей смесью при температуре 2-3 °С.

По второму способу проводили ацетилирование п-нитроанилина ацетилхлоридом в среде бензола в присутствии триэтиламина.

п-Аминоацетанилид получали восстановлением п-нитроацетанилида чугунными стружками в разбавленной уксусной кислоте.

Диазотированием п-аминоацетанилида по классической методике и восстановлением соли диазония хлоридом олова (II) в концентрированной соляной кислоте получали гексахлорстаннат п-ацетаминифенилгидразиния.

Нагреванием в токе аргона гексахлорстанната п-ацетаминифенилгидразиния и этиллевулината в среде ледяной уксусной кислоты получили этиловый эфир 5-ацетамин-2-метилиндолил-3-уксусной кислоты без выделения свободного п-ацетаминифенилгидразина и промежуточно образующегося п-ацетаминифенилгидразона этиллевулината.

УДК 612.015

*Белозерова Л.И.\*., Платонов В.В.\*\*., Горохова М.Н.\*\*\**

(\*Первый МГМУ им. И.М. Сеченова;

\*\*ФГБОУ ВПО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого;

\*\*\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ТОЛУОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЯ (АЗОВСКАЯ ПОЙМА, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ)**

Органическое вещество сапропелей (ОВС) характеризуется содержанием широкого спектра соединений: водорастворимые (ВРВ), легко- и трудногидролизруемые вещества (ЛГВ, ТГВ), гуминовые (ГК), фульво- и гиматомелановые кислоты (ФК, ГМК), аминокислоты, сахара, каротиноиды, спирты, липиды, стероидные компоненты, ксантофиллы, кетоны, флавоноиды, ксантоны, предельные и непредельные алифатические кислоты, производные лорофилла, витамины, ферменты и другие.

Перечисленный набор соединений, несомненно, отражает генетическую связь органического вещества сапропелей с исходным фито- и зоопланктоном, высшей и луговой растительностью, участвовавшей в формировании химического состава последних, а также указывает на возможность применения сапропелей и различных препаратов на их основе в медицине, ветеринарии, животноводстве, сельскохозяйственном производстве, с учетом высокой физиологической активности большинства из перечисленных соединений.

Ранее были выполнены подробные исследования химического группового состава сапропелей различных регионов РФ, при этом особое внимание уделено гуминовым кислотам, являющихся основой состава органического вещества сапропелей.

Однако, считалось целесообразным детализировать сведения о составе ГК разделив их на ряд более узких фракций последовательной экстракцией растворителями различной полярности.

В настоящем сообщении приведены результаты изучения особенностей состава толуольного экстракта ГК сапропеля Азовской поймы Краснодарского края с привлечением хромато-масс-спектрометрии. Исчерпывающую экстракцию ГК осуществляли в аппарате Соклета толуолом при его температуре кипения.

Полученный экстракт освобождался от толуола в роторном испарителе UL-2000E и дополнительно центрифугировался на центрифуге CM-12, после чего выполнялась хромато-масс-спектрометрия с использованием газового хроматографа GC-2010, соединенного с тройным квадрупольным масс-спектрометром GCMS-TQ8030 под управлением ПО GCMS Solution 4.11 .

Для идентификации и количественного определения содержания соединений использовали следующие условия хроматографирования: ввод пробы с делением потока (1:2), колонка ZB-5MS (30 м x 0.25 мм x 0.25 мкм), температура инжектора 280°C, газ-носитель – He, скорость газа через колонку 0,90 мл/мин.

Для регистрации аналитических сигналов использовали следующие параметры масс-спектрометра: температура переходной линии - 280°C, температура источника ионов 200°C, электронная ионизация (ЭИ). Диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да. Задержка выхода растворителя - 5 мин.

Было идентифицировано 168 соединений различных классов, что позволило рассчитать структурно-групповой состав экстракта (масс. %)

1. Алканы и изоалканы ( $C_9 - C_{44}$ ) – 9,21;
2. Алкены, алкины – 4,45;
3. Арены – 5,17;
4. Циклоалканы – 9,63;
5. Карбоновые кислоты ( $C_9 - C_{22}$ ) – предельные, непредельные, ароматические – 15,42;
6. Эфиры карбоновых кислот – 1,00;
7. Альдегиды, кетоны, спирты – 22,41;
8.  $\alpha$ -токоферол – 0,59;
- $\gamma$ -токоферол – 0,65;
- бетулин (березовая камфора) – 0,16;
- 17 $\alpha$ , 21 $\beta$  – 28,30 биснорголан – 0,17;
- Д-галактоно-1.4-лактоне-5.6-О-октилиден – 0,22;
- 5- $\alpha$ -холест-9-ен-3-оне, 14-метил – 0,31;
- Лип-20(29)-ен-3-ол, ацетат(3 $\beta$ ) – 0,43;
- Амбраин – 0,28;
- Холест-5-ен-3-ол(3 $\beta$ )-карбохлорид – 0,62;
- Левоглюкозенон - 0,15;
- Апоцинин – 0,36;
- 18-Норабиетал – 11,24;
- Этилизоаллохолат – 0,50.
- Общая сумма (8) – 15,83.

Согласно данным структурно-группового анализа, основу толуольного экстракта сапропеля составляют стероидные соединения (15,83), альдегиды, кетоны, спирты (22,41), алканы, изоалканы, циклоалканы (18,84), карбоновые кислоты (15,42) масс %, среди которых доминируют непредельные кислоты, содержащие 2-4 двойных связи и даже тройные, незначительное количество фенолов.

Принимая во внимание структуру идентифицированных соединений, можно объяснить достаточно высокую физиологическую активность экстракта

в широком спектре заболеваний, которая была выявлена в ходе биологического тестирования с использованием различных микроорганизмов.

УДК 612.015

*Белозерова Л.И.\*., Платонов В.В.\*\*, Горохова М.Н.\*\*\**

(\*Первый МГМУ им. И.М. Сеченова; \*\*ФГБОУ ВПО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого;

\*\*\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ХЛОРОФОРМНОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЯ АЗОВСКОЙ ПОЙМЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Целесообразность детализации исследований особенностей состава органического вещества сапропелей, а также методика экспериментальной работы, достаточно подробно изложена в сообщении: «Хромато-масс-спектрометрия толуольного экстракта гуминовых кислот сапропеля (Азовская пойма, Краснодарский край)».

В настоящем сообщении приведены сведения по изучению хлороформного экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы Краснодарского края.

Было идентифицировано 88 соединений, и с учетом количественного содержания каждого из них, рассчитан структурно-групповой состав экстракта (мас. %):

н-Алканы ( $C_8 - C_{30}$ ) – 1.35

Изоалканы ( $C_8 - C_{28}$ ) – 4.15

Алкены – 2.30

Алкины – 2.01

Циклоалканы – 0.25

Фенолы – 3.62

Арены – 7.49

Карбоновые кислоты (предельные, непредельные, ароматические) – 11.25

Эфиры карбоновых кислот – 13.74

Альдегиды, кетоны, спирты – 28.25

Гликозиды – 0.57

Стероиды (лупаны, холестераны, ланостаны, андростаны) – 1.0

Наличие сведений о структурной организации соединений экстракта, их стереоизомерии, количественном соотношении групп соединений позволяет сделать определенные выводы о генетической связи последних с исходным биоматериалом, участвовавшим в формировании химического состава гуминовых кислот и сапропеля в целом, основных направлениях

биогеохимической трансформации этого материала, а также определить основные направления физиологической активности соединений.

Так, например, фенольные соединения проявляют антиоксидантное, мембраностабилизирующее, цитозащитное действие.

Липиды – источник эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, послабляющее, бактерицидное и бактериостатическое действие.

Кумарины – фотосенсибилизирующее, антикоагуляционное, спазмолитическое, ингибирующее пероксидное окисление липидов (ПОЛ), противораковое действие.

Эфиры – противомикробное, противовоспалительное, эпителизирующее, спазмолитическое, отхаркивающее действие, стимуляция пищеварительной функции.

Стероиды – производные циклопентангидрофенантрена и тритерпенов, эфиры стероидов с сахарами – гликозиды (кардиотоническое, адаптогенное, повышение неспецифической резистентности, физической и умственной работоспособности, улучшение функций эндокринных желез, стимуляция иммунитета, противосклеротическое действие).

УДК 543.544

*Чибизова А.А.\*, Платонов В.В.\*\*., Горохова М.Н.\*.*

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

\*\* Тульский государственный университет)

### **ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ПРОДУКТОВ ПРИЖИЗНЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРАСНОЙ ВОДОРОСЛИ DUNALIELLA SALINA (КРЫМСКАЯ ОБЛ., САКИ)**

Красная водоросль *Dunaliella salina* – дуналиелла солонотрофная, произрастает в гиперсолёных водоёмах полуострова Крым. В массовом количестве она вызывает красное “цветение”, из-за содержания пигмента – гематохром, особенно яркое в период летнего испарения воды из мелководных лагун. На поверхности последних образуется солевой концентрат в виде пластинок из кристаллов соли. Водоросль является активным продуцентом глицерола, ряда жирных кислот,  $\beta$ -каротина, различных групп и витаминов, стероидных, терпеновых, флавоноидных соединений, полиненасыщенных карбоновых кислот, содержащих до пяти двойных связей. *Dunaliella salina* обладает высокой биологической активностью по отношению к широкому спектру заболеваний.

Биологическую активность определяли дрожжевым тестом, основанным на способности биостимуляторов повышать сбраживающую активность дрожжей и их деление. Количество выделившегося углекислого газа в холостом эксперименте – 8,5 мл, а с водорослью – 44,5 мл, что говорит о ее высокой биологической активности, поэтому она может использоваться в качестве

активных пищевых добавок или для лечебно-профилактических целей. Функциональный анализ различных групп показал их количество, которые определяли потенциометрическим титрованием приготовленных растворов. Особенно велико в рассматриваемом продукте содержание кетонных - 1,2 мэкв/г и хиноидных - 1,2 мэкв/г групп. Содержание гетероциклического кислорода в рассматриваемой водоросли составляет - 1,0 мэкв/г.

Для более подробного изучения состава красной водоросли *Dunaliella salina* выполнил хромато-масс-спектрометрию на приборе GCMS-TQ8030 фирмы Шимадзу. Были идентифицированы ниже приведенные соединения: Butane, 1,2:3,4-diepoxy-, (+/-)-; 3-Furaldehyde; Pentanoic acid, 2-methyl-; 2-Furanmethanol; Bicyclo[3.1.0]hexan-2-one; Dihydro-2(3H)-thiophenone; Butanedinitrile, 2,3-dimethyl-; Oxazolidin-2-one; Hexane, 1-nitro-; 7-Nonenoic acid, methylester; 1,2-Cyclopentanedione; 3,4,5-Trimethylpyrazole; Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-; 4-Methyl-5H-furan-2-one; 2,4-Dihydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan-3-one; Z,Z,Z-1,4,6,9-Nonadecatetraene; 2H-Pyran-2,6(3H)-dione; Oxazolidine, 2,2-diethyl-3-methyl-; 7-Nonynoic acid; 5-Methylene-1,3a,4,5,6,6a-hexahydrotalen-1-ol; o-Cymene; 2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-cis-; .beta.,.beta.-Galactonicphenylhydrazide; 4-Benzoyloxy-6-hydroxymethyl-tetrahydropyran-2,3,5-triol; (+)-N(2)-Ethyl-4-methyl-1,2-pentanediamine 1H-Pyrazole-4-carboxylic acid; 2,4(1H,3H)-Pyrimidinedione, 5-hydroxy-; 2-Furancarboxylic acid, tetradecylester; Bicyclo[3.2.1]oct-3-en-2-one, 4-methyl-; Tridemorph; 2,6-Octadiene; Phenylethyl Alcohol; dl-Allo-cystathionine; 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-; 3-Fluorobenzoic acid, cyclopentylester; 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(2-methyloxiranyl)-; d-Lyx-d-manno-nononic-1,4-lactone; Catechol; Benzofuran, 2,3-dihydro-; 2-Butenamide, 2-ethyl-3-methyl-N-phenyl-; 5-Hydroxymethylfurfural; 3-Chloropropionic acid, 3-pentadecylester; Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-olacetate; 1,2-Benzenediol, 3-methoxy-; 9,9-Dimethoxybicyclo[3.3.1]nona-2,4-dione; 2-Myristinoylpantetheine; Cyclohexancarboxylic acid, 2-ethylcyclohexylester; 7-Hydroxy-6-methyl-oct-3-enoic acid; 2-Methoxy-4-vinylphenol; 3-Methyl-4-(phenylthio)-2-prop-2-enyl-2, dihydrothiophene 1,1-dioxide; 1,2,3-Benzenetriol; 4-Hydroxy-2-methoxybenzaldehyde; Methyl .beta.-D-ribofuranoside; 4,4-Dimethylcyclohex-2-en-1-ol; 2-Myristinoic acid; 5-Methyl-2-thiophenecarboxaldehyde; Benzoic acid, 4-hydroxy-; 3-Hydroxy-4-methoxybenzoic acid; Azelaic acid; 9,9-Dimethoxybicyclo[3.3.1]nona-2,4-dione; Acetic acid, 2-(2-pyrrolidinylideneamino)-; 2-Acetyl-3,3-dimethyl-2-(3-oxo-butyl)-cyclopentanone; .alpha.-D-Glucopyranoside, O-.alpha.-D-glucopyranosyl-(1.fwdarw.3)-.beta.-D-fructofuranosyl; Xanthoxylin; .alpha.-D-Glucopyranose, 4-O-.beta.-D-galactopyranosyl-; 2,7-Anhydro-1-galactohexulofuranose; Ethyl (2E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propenoate; Ethyl gallate; n-Hexadecanoic acid; Trehalose; 1,E-8,Z-10-Tridecatiene; cis-9-Hexadecenal; Cyclopropanoic acid, 2-[[2-[(2-ethylcyclopropyl)methyl]cyclopropyl]methyl]-, methylester; 2-

Benzofurancarboxylicacid, 2,4,5,6,7,7a-hexahydro-4,4,7a-trimethyl-, methylester, cis-; Benzene, (1-bromoethyl)-; Tridecane, 6-propyl-; 9-Octadecyne; Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl-; (E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene; Bicyclo[4.1.0]heptane,-3-cyclopropyl,-7-hydroxymethyl, trans; Bicyclo[4.1.0]heptane,-3-cyclopropyl,-7-hydroxymethyl, (cis); Pentadecanoicacid; Tetratetracontane; Eicosanoicacid; Tridecanoicacid; n-Hexadecanoicacid; Retinal; .beta. Carotene; Eicosane, 7-hexyl-; Spiro[3.6]deca-5,7-dien-1-one,5,9,9-trimethyl; 1,4-Methanocycloocta[d]pyridazine, 1,4,4a,5,6,9,10,10a-octahydro-11,11-dimethyl-, (1.alpha.,4.alpha.,4a.alpha.,10a.alpha.)-; Retinal; (E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene;  $\beta$ -Carotene.

Рассмотренный набор соединений в большинстве своем проявляет высокую биологическую активность. Это позволяет считать микроводоросль *Dunaliella salina* наиболее перспективным источником каротина для биотехнологической промышленности.

УДК 615.322 (075.9)

*Абызова Е. В\*., Платонов В.В\*\**

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева; Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого;)

### **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЖЕНЬШЕНЯ И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

Согласно [1, 2], главной составной частью химического состава органического вещества женьшеня обыкновенного (*Panax ginseng* С. А. Mey) семейства аралиевых (*Araliaceae*) являются тритерпеновые гликозиды – панаксозиды (0.15 – 12.7%), представленные смесью более, чем 30 веществ, в т.ч.: панаксадиол, панаксатриол, панаксозиды В, С, D, Е, F, гинзенозиды, квинквелозиды и др., содержание каждого из которых варьирует от 0.01 до 6.26%. Им сопутствуют стероиды: ситостерин, кампестерин, даукостерин и витамины: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, биотин, никотиновая, фолиевая и пантотеновая кислоты; полиацетиленовые соединения, флавоноиды: кемпферол, трифолиим и др.; алкалоиды, органические кислоты – янтарная, малеиновая, фумаровая и фенолкарбоновые – салициловая, ванилиновая, кумаровая, жирные кислоты, эфирное масло, сахара: пектин, крахмал, маннит, декстроза, глюкоза и др.

Целью данного исследования «спиртовой» настойки женьшеня на 70% спирте являлось подтверждение имеющихся в литературе по фитотерапии сведений о химическом составе его, а также углубление наших знаний о женьшене с привлечением современного хромато-масс-спектрометрического метода анализа.



Условия хромато-масс-спектрометрии спиртовой настойки женьшеня подробно описаны: «Структура соединений Маклюры (индийский, китайский апельсин) и её биологическая активность».

Было идентифицировано 183 индивидуальных соединений, для каждого из которых определено количественное содержание, а также структура. Расчет структурно-группового состава показал следующее количественное содержание каждой группы веществ (мас. %):

Карбоновые кислоты (предельные) - (7.40), при доминировании гексадекановой (6.69)

Карбоновые кислоты – (11.77), доминирует октадекан – 9.12 – диенкислота (непредельные) – (9.09)

Эфиры кислот – (31.44), при наличии трифлюороэфиров; обнаружение которых выполнено впервые;

Спирты, альдегиды, кетоны - (38.70)

Фенолы - (0.86) – 2-метокси-4-винилфенол

Гликозиды – (3.50)

Стероиды – (3.28)

Также идентифицированы различные фторо- и бромпроизводные карбоновых кислот, спиртов, углеводов, амины, пуриновые и пиримидиновые основания, фурановые, флавоноидные, ксантоновые производные, азулены, циклоалканы, алкалоиды, витамины, терпены.

Экстракту характерно наличие карбоновых кислот, содержащих, наряду с двойными, и тройные связи. Сравнительный анализ известных в литературе сведений о химическом составе спиртовой настойки женьшеня, с полученными авторами, подтверждает и расширяет спектр соединений, для всех из них получены структурные формулы.

Установленный набор соединений объясняет высокую физиологическую активность препаратов на основе женьшеня: возбуждающее действие на центральную нервную систему; является синергистом стимуляторов и аналептиков и антагонистом снотворных; повышает работоспособность, устойчивость основных физиологических систем человека к вредным воздействиям, значительно усиливая адаптогенную способность организма, уменьшает утомление, обладает общеукрепляющим и гипогликемическим свойством, вызывает моторное возбуждение; рекомендуется при импотенции, гипофункции половых желез, экземе; противопоказаны при гипертензии.

### *Литература*

1. Г. К. Никонов, Б. М. Мануйлов. Основы современной фитотерапии. – ОАО «Издательство «Медицина». – 2005. – 520с.
2. Т. А. Виноградова, Б. Н. Гажёв и др. Практическая фитотерапия. – М.: «ОЛМА-ПРЕСС», СПб.: Издательский дом «Нева», «Валери СПб» - 1998. – 640с., ил. (Серия «Полная энциклопедия»)

УДК 667.63:678.041.2

*Абызова Е.В., Родионова Р.В.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)

### **ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА СТИРОЛА**

Стирол это один из важнейших мономеров. Он применяется в промышленности синтетических каучуков для получения бутадиен-стирольных каучуков и латексов, в промышленности пластмасс для получения полистирола и сополимеров стирола, а также в лакокрасочной, химико-фармацевтической и других отраслях промышленности.

Стирол был впервые выделен и идентифицирован в 1839 году Е. Симоном из стиракса – смолы амбрового дерева. Им же было дано современное название углеводорода. Впервые промышленное производство стирола в России было организовано в 1949 г. на Воронежском заводе синтетического каучука из этилбензола, получаемого алкилированием бензола. В настоящее время предприятия, расположенные на территории РФ, наращивают производственные мощности стирола.

В работе были рассмотрены промышленные методы получения стирола. Все приведенные способы производства стирола (за исключением дегидрирования) многостадийны, что увеличивает экономические затраты на производство, а также обслуживание. В производстве стирола из этилбензола с последовательным хлорированием и дегидрохлорированием образуется большое количество сточных вод, что тоже в свою очередь сказывается на экологии. Для некоторых методов используется не очень доступное и дорогое сырье, а также выход готового продукта невелик. Это приводит к ухудшению экономических показателей производства.

Показано, что основным методом промышленного производства стирола является каталитическое дегидрирование этилбензола. Обоснование выбора метода производства сделано на основе проработки литературного материала и производственных данных. Рассмотрены физико-химические основы процесса, технологическая схема процесса, а также характеристика производимой продукции, характеристика исходного сырья, вспомогательных материалов.

УДК 667.63:678.041.2

*Глевко Е.В., Родионова Р.В.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)

### **ПРЕДПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА СУСПЕНЗИОННОГО ПОЛИСТИРОЛА**

Среди многочисленных веществ, встречающихся в природе, резко выделяется группа соединений, отличающихся от других особыми физическими свойствами: высокой вязкостью растворов, способностью

образовывать волокна, пленки и т.д. Анализ строения двух типичных высокомолекулярных соединений каучука и целлюлозы показал, что их макромолекулы состоят в основном из одинаковых участков – элементарных звеньев. Такие макромолекулы называют высокомолекулярными соединениями или просто полимерами.

Одним из таких соединений является полистирол. Полистирол (ПС) выпускают почти все развитые страны. Число стран с действующими производствами ПС непрерывно растёт. В настоящее время заводы ПС строятся в развивающихся странах, особенно там, где имеются богатые источники нефти. Полистирол используется в производстве пенополистирольных блоков и плит различной конфигурации, для тепло- и звукоизоляции зданий и помещений любого назначения (стены, крыша, пол, склады, павильоны, жилые дома, гаражи, подвалы, лоджии), в изготовлении упаковки сложной формы для различных приборов, требующих защиты от удара при хранении и транспортировке. А также в изготовлении комплектующих деталей автомобилей, плавучих средств, декоративных изделий интерьера, в получении 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.

В данной работе произведен выбор метода производства полистирола. Обоснование выбора методов производства сделано на основе проработки литературного материала, производственных данных. Указана характеристика производимой продукции, характеристика исходного сырья, вспомогательных материалов.

УДК. 615. 322 (0.75.9)

*Глевко Е. В.\*, Платонов В.В\*\*, Горохова М.Н\*.*

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева);

\*\*ФГБОУ ВПО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого»)

### **СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ «МАКЛЮРЫ» (ИНДИЙСКИЙ, КИТАЙСКИЙ АПЕЛЬСИН) И ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

Маклюра, названная в честь американского натуралиста Маклюры, имеет также названия: адамово яблоко, лжеапельсин, китайский или индийский апельсин, божье дерево, божий дар. Маклюра оранжевая или яблоконосная – растение, принадлежащее семейству тутовых. Морщинистые созревшие плоды внешне очень сильно сходны с апельсинами, а запах их мякоти напоминает огурец, но Маклюра, в отличие от апельсинов и огурцов, не съедобна. Зато её ядовитые плоды обладают лекарственными свойствами. Ареал обитания - Северная Америка, Средняя Азия, Африка, Крым.

Целью настоящего исследования являлось изучение особенностей структурной организации соединений спиртового экстракта Маклюры с привлечением хромато-масс-спектрометрии. Продолжительность экстракции мелкоизмельченного материала Маклюры в этаноле составило 8 месяцев при 25 °С. Растворитель удалялся роторным испарителем UL – 2000E. Экстракт темно-красного цвета после центрифугирования на центрифуге CM-12 подвергался хромато-масс-спектрометрии с использованием газового хроматографа GC-2010, объединенного с тройным квадрупольным масс-спектрометром GCMS-TQ8030 под управлением ПО GCM9 Solution 4.11. Для идентификации и количественного определения содержания соединений использовали следующие условия хроматографирования: ввод пробы с делением потока (1:2), колонка ZB-5MS (30м x 0,25мм x 0,25мкм), температура инжектора 280 °С, газ-носитель – He, скорость газа через колонку 0,90 мл/мин. Для регистрации аналитических сигналов использовали следующие параметры: температура переходной линии и источника ионов, соответственно 280 и 200°С, электронная ионизация. Диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да. Задержка выхода растворителя 5 мин.

Идентифицировано и определено количественное содержание 136 соединений, для которых получены масс-спектры и структуры. В составе органического вещества Маклюры обнаружены различные гликозиды, насыщенные и ненасыщенные карбоновые кислоты, липиды, фенолы, витамины, стероиды, каротиноиды, флавоноиды, ксантоны, гетероциклические соединения азота, кислорода, серы, эфиры карбоновых кислот, сапонины.

Наличие в составе органического вещества Маклюры перечисленных выше групп соединений предполагает их высокую физиологическую активность.

Маклюра обладает свойствами: противосклеротическими, противоканцерогенными, болеутоляющими и противовоспалительными, успокаивающими и бактерицидными, ранозаживляющими и регенерирующими; выводит соли и шлака, токсичные вещества из организма; снимает усталость, укрепляет нервную и сердечнососудистую системы; предупреждает зарождение злокачественных опухолей; уничтожает вирусы, укрепляет иммунитет.

Маклюра эффективно лечит заболевания: сердечные, печени, селезенки, полиартрит и подагру, радикулит и остеохондроз, гайморит и аденоиды, гипертонию, воспаление лимфоузлов, кожные заболевания, мышечные боли, отложения солей, шпоры и наросты косточек; межпозвоночные и паховые грыжи, геморрой, рак легких и предстательной железы.

Для усиления лекарственных свойств Маклюры, её применение совмещают с соками моркови, свеклы, капусты.

Народная медицина издавна использует Маклюру для лечения вышеперечисленных болезней, но в официальной медицине она не используется ввиду отсутствия подробных сведений, именно, о структуре соединений, определяющих состав её органического вещества. Не проведены даже отдельные доклинические, тем более клинические испытания.

Полученные в ходе настоящего исследования сведения о структуре соединений, определяющих состав органического вещества Маклюры, подтверждают все направления по лечебному применению Маклюры в народной медицине и будут способствовать более активному её использованию официальной медициной.

УДК. 615.322 (0.75.9)

*Абызова Е. В\*., Платонов В.В\*\*.*

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева);

\*\*ФГБОУ ВПО «Гульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого»)

**ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ СПИРТОВОГО  
ЭКСТРАКТА ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
(PINUS SILVESTRIS)**

В настоящее время общепризнано участие морского и океанского фито- и зоопланктона, луговой и высшей растительности в образовании нефти, горючих сланцев, сапропелей, торфов, бурых и каменных углей, антрацита, что достаточно убедительно подтверждено многочисленными многоплановыми исследованиями особенностей химического состава органической массы, перечисленной каустобиолитов, нефтей. В составе последней идентифицированы n- и изоалканы, изопреноиды, терпены, циклоалканы, гидроароматические и ароматические углеводороды, фенолы, предельные, ненасыщенные и ароматические кислоты, их различные эфиры, аминокислоты, сахара, витамины, флавоноиды, кумарины, каротиноиды, липиды, стероиды и другие соединения, включающие гетероциклические формы кислорода, азота, серы.

Сопоставление структуры соединений идентифицированных в нефтях, продуктах различных способов переработки твердых каустобиолитов, экстрактов, полученных с использованием растворителей различной полярности, окислительной и гидрогенизационной обработки, а также групп и индивидуальных соединений биологического материала убедительно показывает на существование генетической связи соединений ископаемых топлив с исходным фито- и изопланктоном, луговой и высшей растительностью, подтверждает общепризнанную теорию о животнорастительном происхождении нефти, твердых горючих ископаемых.

В настоящем исследовании приводятся результаты хромато-масс-спектрометрии этанольного экстракта хвои сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*).

Условия результаты хромато-масс-спектрометрии указаны в сообщении: «структура соединений «Маклюры» (индийский, китайский апельсин) и её биологическая активность».

В составе экстракта было идентифицировано и определено количественное содержание, а также установлены структуры 104 соединений: d-пинен, 3-карен, 2-карен, фитол, абиетиновая и дегидроабиетиновая кислота, цедрадиол (85,14), широкий набор кислот: пимарановая, гексадекановая, 9,12-октодекановая, 10,12-пентакозаненовая; различные метил- и этиловые эфиры жирных кислот, фенолы: катехол, гидрохинон, 2-метокси-4-винилфенол; производные фурана, альдегиды, эпоксиды, спирты, каурен-18-ол, ацетат, метилабиетат, ретенол ацетат,  $\alpha$ -кадинол, гамма терпинен, стероидные соединения и другие.

Следует отметить, что практически все указанные соединения были обнаружены также в различных экстрактах бурых углей, особенно, Канско-Ачинского бассейна. Это подтверждает ранее сделанное заключение о существенной роли, именно высшей растительности типа сосны, ели, пихты, кедра в образовании данных углей, а соответственно о генетической связи химического состава органического вещества последних с высшей растительностью.

Определенные группы соединений экстракта проявляют достаточно высокий уровень физиологической активности. Так, например, эфирные масла, состав которых определяется присутствием в нем простых алифатических и циклических терпенов, их спиртов и кетонов, производных бензойной кислоты и фенилпропана проявляют противомикробное, эпителизирующее, спазмолитическое, противовоспалительное, отхаркивающее действие.

Фенольные соединения – антиоксидантное, мембраностабилизирующее, цитозащитное, ингибирование пироксидного окисления липидов, противораковое действие.

Эфиры стероидов с сахарами – гликозиды проявляют: кардиотоническое, стимулирующее, адаптогенное, повышение физической и умственной способности, функций эндокринных желез, стимуляцию иммунитета, противосклеротическое действие.

Сравнение полученных данных с известным в литературе [1,2] показало, что в результате выполненного исследования подтвердился химический состав сосны обыкновенной, но и существенно расширились наши знания в данном вопросе. Впервые получены структурные формулы соединений, а именно для компонентов эфирного масла, каротиноидов, гликозидов, витаминов, карбоновых кислот, терпенов, фенолов, стероидов, которые ранее обнаруживались, в основном, качественными реакциями.

### *Литература*

1. Г.К. Никонов, Б.М. Мануйлов. Основы современной фитотерапии.-ОАО Издательство «Медицина», 2005-520 с.ил.

2. Т.А. Виноградова, Б.Н. Гажёв и др. Практическая фитотерапия. М.: «ОЛМА-ПРЕСС», СПб.: Издательский Дом «Нева», «Валери СПб», 1998-640с., ил.

УДК 62.664.3.

*Глевко Е. В\*, Платонов В.В\*\*, Горохова М.Н.\**

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева; \*\*Тульский

государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого)

**СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ ТОЛУОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА**

**ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА**

**ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Органическая масса торфа (ОМТ) характеризуется сложным, многокомпонентным составом: битумы, органические кислоты, аминокислоты, полипептиды, n-изоалканы, алкены, циклоалканы, изопреноидные углеводороды, арены, терпены, спирты, альдегиды, кетоны, гуминовые, фульво- и гиматомелановые кислоты, витамины, ферменты, липиды, гликозиды, каротиноиды, отерины, фенолы, перфорины, что несомненно является отражением многообразия растительного и животного материала, участвовавшего в торфообразовательном процессе, сложности процессов, протекающих в ходе его биогеохимической деградации.

Ранее выполнены подробные исследования по изучению вещественного состава торфов различных регионов РФ. При этом получены сведения об особенностях основной группы соединений, перечисленных выше, в т.ч.: гуминовые, гиматомелановые и фульвокислоты, выполнены биохимические эксперименты. В данной работе ставилась задача более подробного изучения структуры соединений отдельных экстрактов гуминовых кислот, а именно толуольного, с привлечением хромато-масс-спектрометрии. Ход анализа описан: «Хромато-масс-спектрометрия толуольного экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы Краснодарского края».

В составе толуольного экстракта гуминовых кислот, выделенных из торфа Ярославской области, было идентифицировано и определено количественное содержание, а также установлены структуры 177 индивидуальных соединений.

Содержание групп соединений следующее (мас. %):

углеводороды (ароматические) – 14.37

n-изоалканы, изопреноиды – 28.96

Циклоалканы – 6.53

Карбоновые кислоты (предельные, непредельные, ароматические) – 7.30

Эфиры карбоновых кислот – 5.23

Альдегиды, кетоны, спирты – 20.11

Азулены, метил- и диметилнафталины, фенолы,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -токоферол, холестан, холест-5-ен-3-ол(3 $\beta$ ) корбхлорид; холестерол, неогаммацер – 22(29) – СН, тетралины, хлор-, бром- и йодпроизводные– 17.5.

Результаты хромато-масс-спектрометрии существенно расширили наши знания о составе органической массы торфов, как в целом, о гуминовых кислотах, а также особенностях структурной организации их соединений, что весьма важно для выбора направления практического применения отдельных фракций гуминовых кислот, например, в ветеринарии, медицине, сельском хозяйстве, в качестве стимуляторов роста различных сельскохозяйственных культур.

Установленный групповой состав, а самое главное, структурная организация соединений позволяет утверждать высокий уровень физиологической активности препаратов на основе торфа, гуминовых кислот и их толуольного экстракта.

УДК 612.015

*Белозерова Л.И\*., Платонов В.В\*., Лебедев К. С\*\*\*.*

(\*Первый МГМУ им. И.М. Сеченова; \*\*ФГБОУ ВПО «Тулский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого»; \*\*\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ АЦЕТОНОВОГО ЭКСТРАКТА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЯ АЗОВСКОЙ ПОЙМЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Необходимость подробных исследований по изучению особенностей состава органического вещества сапропелей, установлению структуры соединений, их физиологической активности, определению основных направлений применения сапропелей в целом, а также их различных препаратов, показано [1-3].

Получение экстрактов, их последующее изучение методом хромато-масс-спектрометрии изложено в сообщении: «Хромато-масс-спектрометрия толуольного экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы Краснодарского края».

В составе ацетонового экстракта было идентифицировано 99 соединений, для которых определено количественное содержание каждого из них и установлена структура.

Расчет структурно-группового состава показал следующее содержание различных групп соединений (мас. %):

1. н-Алканы, изоалканы, алкины, алкены, циклоалканы (ены) – 7.21
2. Карбоновые кислоты (жирные, предельные, непредельные, ароматические) – 23.58
3. Эфиры карбоновых кислот – 3.25



4. Альдегиды, кетоны, спирты – 40.99
5. Стероиды – 2.90
6. Гликозиды – 5.21
7. Фенолы – 3.32

Среди карбоновых кислот доминирует: 3-гидрокси-4-метоксибензойная кислота (10.29), 3-гидрокси-4,5-диметоксибензойная кислота (2.29), эруковая (2.40), олеиновая, 9-октадеценовая, 2-октилдодекановая, соответственно, (1.13; 1.58 и 1.59), мас. %.

Среди кетонов – 4-метил-4-гидроксипентанон-2 (13.92), 2-метил метиленициклогексанол (2.93), 3,7,11 – триметилдодеканол – (3.48), α-амино-3-гидрокси-4-метоксиацетофенон (1.53), 2-гидроксициклопентадеканон (0.91), н-пентадеканол-1 (0.98) мас. %.

Гликозиды представлены: левоглюкозенон (0.14), рибофураноза (0.16), α-L-арабинопираноза (1.07); 1,6-ангидро-D-маннопираноза (2.09), 1,6-ангидро-3,4-0-изопропилидено-β-D-галактопираноза (1.75), мас. %.

Имеющийся спектр идентифицированных соединений позволяет предположить высокую физиологическую активность экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы Краснодарского края в широком наборе различных заболеваний.

#### *Литература*

1. Галкина И. С. Сапропель Оренбургской области: биологическая активность и пути применения. Автореф. дис. канд. хим. наук. – СПб. – 2000. – 22с.
2. Охочинская О. Д. Химический состав и биологическая активность сапропеля Астраханской области. Автореф. дис. канд. хим. наук. – СПб. – 2000. – 19с.
3. Пономарева М. А. Химический состав и пути использования сапропелей Татарстана. Автореф. дис. канд. хим. наук. – СПб. – 2002. – 20с.

УДК 552.578.2

*Белозерова Л.И\*, Платонов В.В\*\*, Лебедев К. С\*\*\*.*

(\*Первый МГМУ им. И.М. Сеченова; \*\*ФГБОУ ВПО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого»;

\*\*\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ДИНАМИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СЕРНОКИСЛОТНОМ И АЗОТНОКИСЛОТНОМ ВСКРЫТИИ БУРОУГОЛЬНОЙ ОТВАЛЬНОЙ ПОРОДЫ ПОДМОСКОВНОГО БАССЕЙНА**

В настоящее время большое внимание уделяется разработкам технологий получения редких и редкоземельных элементов (РЗЭ), которые вследствие своих уникальных свойств находят широкое применение в самых различных отраслях промышленности: металлургия, радиотехника,

электроника, производство химического оборудования и в качестве высокоактивных и высокоселективных каталитических систем, авиационная и ракетная техника, атомная энергетика, медицина и т.д.

Основным природным сырьем для получения редких и РЗЭ служат монацит  $(\text{Ce,La})\text{PO}_4$ , содержащий до 50-68%  $\text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$ ; лопарит  $(\text{Na,Ca,Ce})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$  – титано-танталониобат (32-34%  $\text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$ ); бастнезит  $(\text{Ce, La,Pr})\text{CO}_3(\text{F})$  – фторокарбонат (36,9 - 40,5%  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ ; 36%  $\text{La, Nd, Pr})_2\text{O}_3$ ; эвксенит  $(\text{Y, Er, Ce, U, Pb, Ca})(\text{Nb, Ta, Tl})_2(\text{O,OH})_6$  – титано-тантало-ниобат- (16,3-28,8%  $\text{Y,Er})_2\text{O}_3$ , (0,4-9,5%  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ ); ксенотим -  $\text{YPO}_4$  (52-62%  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ).

Всего известно более 200 минералов РЗЭ, содержащих (>0,01% РЗЭ). Подавляющая масса (99,9%) всех учтенных запасов РЗЭ сосредоточены в монаците и бастнезите. Для переработки указанного сырья РЗЭ применяют сернокислотный, азотнокислотный, щелочной и другие методы. В целях обогащения сырья РЗЭ подвергают грохочению, электростатической и магнитной сепарации, гравитации, флотации, получая при этом коллективный концентрат. Получение индивидуальных РЗЭ связано с применением различных методов их разделения. Наиболее широко используют:

1. Дробная кристаллизация и дробное осаждение;
2. Избирательное окисление-восстановление;
3. Термолиз солей;
4. Ионный обмен;
5. Экстракция самими различными экстрагентами.

Целью настоящего исследования являлась разработка метода концентрирования РЗЭ при сернокислотном и азотокислотном вскрытии буроугольной отвальной породы бурого угля Подмосковского бассейна.

Подробный анализ по определению качественного и количественного состава исходный буроугольный породы был выполнен элементным масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами ICP-MS и ICP-AES с привлечением рентгено-флуорисцентного спектрометра фирмы «Шимадзу», прибора «Plasm Quad- VG» Англия, ICAP-61 Thermo Jarrell Ash (США).

Разложение порошков породы, предварительно освобожденной от органического материала, проводили путем вскрытия кислотами.

В составе образцов были идентифицированы: Li, Rb, Be, B, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga, Ge, As, Se, Br, Sr, Y, Zr, Mo, Nb, Ru, Rh, Ag, Cd, Sn, Sb, Tc, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Ir, Pd, Pt, Os, Au, Hg, Te, Tl, Bi, Th, U.

Суммарное содержание РЗЭ составило 0, 01-0,02 масс. %.

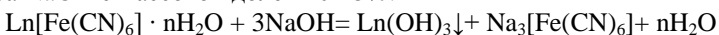
Образец породы, измельченной в агатовой ступке, обрабатывался раствором серной кислоты с массовой долей 60-65% при 80-95°с в течении 2 час. После охлаждения осуществлялось фильтрование с отделением рентгено-флуорисцентным методом. Было установлено, что в раствор переходит до 90% от ресурсов Al, Ca, Mg, Fe, Cr, Ni, но РЗЭ концентрируются в твердом остатке,

который тщательно отмывался дистиллированной водой и сушился до постоянной массы.

Затем твердый остаток вскрывался раствором азотной кислоты с массовой долей 50-60% в течение 3 час. при 90-95 °С и интенсивном перемешивании. По окончании данной операции содержимое реакционного аппарата охлаждалось до 20 °С и центрифугировалось. Раствор и твердый остаток анализировались рентгено-флуорисцентным анализом на приборе фирмы «Шимадзу». Установлено, что в твердом остатке до 90 масс.% кремнезема, а РЗЭ сконцентрировались в растворе в форме нитратов.

Дальнейшее концентрирование РЗЭ, среди которых доминировали Y, Ce, La, Nd, Dy, Eu, Pr, Sm, Yb осуществлялось методами осаждения оксалатов:  $2\text{Ln}(\text{NO}_3)_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{Ln}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + 6\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; или карбонатов:  $2\text{Ln}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Ln}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{NaNO}_3 + 3\text{CO}_2$ ; или феррицианидов:  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{nH}_2\text{O} = \text{Ln}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot \text{nH}_2\text{O} + 3\text{KNO}_3$ .

Полученные при этом осадки переводили в гидроксиды действием раствора NaOH с массовой долей 10-15%.



Осадки тщательно промывали дистиллированной водой, сушили и прокаливали.

Описанная последовательность кислотного вскрытия породы с дальнейшим осаждением РЗМ в форме оксалатов, карбонатов, феррицианидов позволяет сконцентрировать РЗЭ до их содержания в концентрате оксидов в количестве десятка процентов. Дальнейшее разложение концентрата, например хлороводородной кислотой и экстракция трибутилфосфатом, оксихинолином, купфероном позволяют разделить концентрат с получением практически индивидуального РЗЭ цериевой или иттриевой группы.

УДК 552.578.2

*Белозерова Л. И.\*, Платонов В.В\*\*, Лебедев К.С\*\*\*.*

(\*Первый МГМУ им. И.М. Сеченова;

\*\*ФГБОУ ВПО «Гульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого»;

\*\*\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ТЕРМОРАСТВОРЕНИЕ БУРЫХ УГЛЕЙ В ПРИСУТВИИ ВОДОРОДОДОНОРНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ И КОНЦЕНТРАТА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

В последние годы во всех развитых странах проводятся крупномасштабные работы по разработке и внедрению в промышленность процессов химической переработки различных твердых горючих ископаемых, тяжелых остатков прямой перегонки нефти, процессов её термического и каталитического крекинга.

Больше внимание уделяется процессам деструктивной гидрогенизации, терморастворения в среде водорододонорных растворителей, экстракции органическими растворителями при их суперкритическом состоянии, высокоскоростному пиролизу, селективному окислению и другим, основной задачей которых является получение высококачественного моторного топлива разнообразной химической продукции, а также сырья для промышленности основного органического и нефтехимического синтеза.

В настоящем сообщении приводятся экспериментальные данные изучения процесса каталитического терморастворения бурого угля в присутствии водорододонорного растворителя и концентрата редкоземельных элементов (РЗЭ), выделенного из минеральной части изучаемого угля.

Исходный бурый уголь характеризовался зольностью – 40 масс.% на воздушно-сухой образец. Остаточная влажность – 1,0 масс.%, содержание серы – 7 масс%. Уголь измельчался в лабораторной шаровой мельнице с получением фракции 70-90 микрон. В качестве растворителя – пастообразователя использовали фракцию парафиново-нафтенной нефти с пределом выкипания 230-300°C, которая согласно данным капиллярной газожидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии, обогащена изоалканами, циклоалканами, гидроароматическими углеводородами, при незначительном содержании аренов типа нафталина, метил- и диметилнафталинов, антрацена, фенантрена. Циклоалкана, гидроароматические углеводороды являются эффективными донорами водорода, арены его переносчиками. При приготовлении пасты угля растворители дополнительно вводили до 8-10 масс.% от пасты тетралина. Соотношение уголь: растворитель 1:4 (масс.%).

Концентрат нитратов РЗМ (La, Nd, Ce, Y, Dy) тщательно перетирался в агатовой ступке с целью более равномерного его распределения в пасте. Массовая доля концентрата 1-2% от пасты. Процесс осуществляли в автоклаве (0,5 л) при рабочей температуре 360-380 °С, давлении 5-7 МПа, время процесса – 90 мин. По окончании процесса автоклав охлаждался до 25°C, через газовый игольчатый вентиль выпускался пирогаз, после чего автоклав вскрывался и выгружались продукты, которые центрифугировались с отделением жидкой и твердой фаз. Твердый остаток дополнительно подвергался экстракции в аппарате Сокслета в присутствии бензола для полного удаления адсорбированных смолистых веществ.

Затем твердый остаток сушился и взвешивался для определения степени ожигения органического вещества угля. Она составила 92-95%. Выход газообразных и жидких продуктов составил 8 и 84 масс.%, соответственно. Рентгено-флуорисцентный анализ твердого остатка показал, что РЗЭ сконцентрировались в нем, следовательно возможна их регенерация.

Жидкие продукты подвергались разгонке с использованием стеклянного дефлегматора высотой 60 см. Получены фракции с пределами выкипания до

200°C (35%), 200-230°C (12%), 230-280°C (8%), 280-360°C (40%). Кубовый остаток составил – 50 масс.% от жидких продуктов.

Для фракции с пределами выкипания до 200, 200-230, 230-280, 280-360°C выполнены капиллярная газожидкостная хроматография и хромато-масс-спектрометрия, результаты которых позволили определить структуру углеводородов, их количественное содержание, рассчитать структурно-групповой состав, определить октановое число фракции с пределом выкипания до 200°C, равное 89-93. Содержание органической серы до 0,02 масс.%. Фракция до 200°C обогащена изоалканами (C<sub>6</sub> – C<sub>13</sub>); циклоалканами, при невысоком содержании n-алканов; до 230-280°C – n- и изоалканы, циклоалканы, гидроароматические углеводороды, арены, в основном, диметил-, триметил-, n- и изопропил, бутилбензолы, нафталин, метил- и диметилнафталины, антрацен, фенантрен. Во фракции 280-360°C сконцентрированы гидроароматические углеводороды, алкилпроизводные нафталина, фенантрена, антрацены, при незначительном содержании гетероциклических форм N,O,S.

Критический анализ полученных результатов позволяет констатировать, что проведение процесса терморастворения бурых углей в среде водорододонорных растворителей и в присутствии концентрата солей РЗЭ в качестве катализатора весьма эффективно, особенно, при условии получения концентрата РЗЭ из угля и возможности его последующего возврата в процесс.

Полученные жидкие продукты могут быть использованы в качестве высокооктанового моторного топлива, а также как сырье для процессов основного органического и нефтехимического синтеза.

УДК 543.544

*Дергунов Т.А., Филимонов В.Н.*

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

### **ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В УСЛОВИЯХ НОРМАЛЬНО-ФАЗОВОЙ ВЭЖХ СИСТЕМЕ «SILASORB-600 – БИНАРНЫЙ ЭЛЮЭНТ»**

В работе изучены хроматографические системы разделения смеси жирорастворимых витаминов (А, Е, D<sub>2</sub>, К<sub>3</sub>) в условиях НФ ВЭЖХ. Исследования проводились на жидкостном хроматографе «Цвет» с УФ-детектором ( $\lambda=254$  нм) при элюировании бинарными подвижными фазами (гексан с добавками: изопропиловый спирт, хлороформ, метилхлорид, диэтиловый эфир) через стальные колонки, заполненные полярными адсорбентами: Silasorb-600 (7,5 мкм).

Удерживание жирорастворимых витаминов (ЖРВ) на колонке, упакованной Silasorb-600, при элюировании гексаном характеризуется  $K'$  более 40. Это приводит к размыванию и перекрыванию хроматографических зон разделяемых сорбатов. Данная система характеризуется низкими критериями эффективности разделения ( $R_S$  менее 0,2).

Для описания влияния состава подвижной фазы на параметры удерживания сорбатов выбран ряд однопараметрических корреляционных уравнений вида  $K'=f(C_{\text{доб}})$ . Для объяснения изменения удерживания ЖРВ применены теоретические положения, рассматривающие адсорбционное модифицирование поверхности специфических сорбентов полярной добавкой подвижной фазы и конкурентную адсорбцию молекул сорбата и элюента на активных участках сорбента.

При общем уменьшении параметров удерживания ЖРВ на специфических сорбентах при элюировании бинарными подвижными фазами на Silasorb-600 достигается частичное разделение смеси витаминов А,Е,К,Д при использовании в качестве подвижных фаз смесей гексана с изопропиловым спиртом при концентрации полярного компонента (не более 0,03 моль/л). Применение в качестве добавок растворителей других групп классификации Снайдера обеспечивает эффективное разделение отдельных пар витаминов.

Установленные закономерности хроматографического поведения ЖРВ в условиях НФ ВЭЖХ могут быть использованы для прогнозирования и оптимизации критериев эффективности разделения при решении практических аналитических задач.

УДК 667.63:678.041.2

*Абызова Е.В., Родионова Р.В.*

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

### **ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА СТИРОЛА**

Стирол это один из важнейших мономеров. Он применяется в промышленности синтетических каучуков для получения бутадиен-стирольных каучуков и латексов, в промышленности пластмасс для получения полистирола и сополимеров стирола, а также в лакокрасочной, химико-фармацевтической и других отраслях промышленности.

Стирол был впервые выделен и идентифицирован в 1839 году Е. Симоном из стиракса – смолы амбрового дерева. Им же было дано современное название углеводорода. Впервые промышленное производство стирола в России было организовано в 1949 г. на Воронежском заводе синтетического каучука из этилбензола, получаемого алкилированием бензола. В настоящее время предприятия, расположенные на территории РФ, наращивают производственные мощности стирола.

В работе были рассмотрены промышленные методы получения стирола. Все приведенные способы производства стирола (за исключением дегидрирования) многостадийны, что увеличивает экономические затраты на производство, а также обслуживание. В производстве стирола из этилбензола с

последовательным хлорированием и дегидрохлорированием образуется большое количество сточных вод, что тоже в свою очередь сказывается на экологии. Для некоторых методов используется не очень доступное и дорогое сырье, а также выход готового продукта невелик. Это приводит к ухудшению экономических показателей производства.

Показано, что основным методом промышленного производства стирола является каталитическое дегидрирование этилбензола. Обоснование выбора метода производства сделано на основе проработки литературного материала и производственных данных. Рассмотрены физико-химические основы процесса, технологическая схема процесса, а также характеристика производимой продукции, характеристика исходного сырья, вспомогательных материалов.

УДК 667.63:678.041.2

*Глевко Е.В., Родионова Р.В.*

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

### **ПРЕДПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА СУСПЕНЗИОННОГО ПОЛИСТИРОЛА**

Среди многочисленных веществ, встречающихся в природе, резко выделяется группа соединений, отличающихся от других особыми физическими свойствами: высокой вязкостью растворов, способностью образовывать волокна, пленки и т.д. Анализ строения двух типичных высокомолекулярных соединений каучука и целлюлозы показал, что их макромолекулы состоят в основном из одинаковых участков – элементарных звеньев. Такие макромолекулы называют высокомолекулярными соединениями или просто полимерами.

Одним из таких соединений является полистирол. Полистирол (ПС) выпускают почти все развитые страны. Число стран с действующими производствами ПС непрерывно растёт. В настоящее время заводы ПС строятся в развивающихся странах, особенно там, где имеются богатые источники нефти. Полистирол используется в производстве пенополистирольных блоков и плит различной конфигурации, для тепло- и звукоизоляции зданий и помещений любого назначения (стены, крыша, пол, склады, павильоны, жилые дома, гаражи, подвалы, лоджии), в изготовлении упаковки сложной формы для различных приборов, требующих защиты от удара при хранении и транспортировке. А также в изготовлении комплектующих деталей автомобилей, плавучих средств, декоративных изделий интерьера, в получении 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.

В данной работе произведен выбор метода производства полистирола. Обоснование выбора методов производства сделано на основе проработки литературного материала, производственных данных. Указана характеристика производимой продукции, характеристика исходного сырья, вспомогательных материалов.

## **СЕКЦИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

УДК 666.

*Ланцов Р.С., Гаврилова А.А., Стуковнина Н.Н., Воробьева В.В.*

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОМОСКОВСКОЙ ГЛИНЫ**

Традиционным и важнейшим сырьем для производства различных видов тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, и, прежде всего, для керамики, являются глины. Глины – это природное сырье и в зависимости от условий образования они весьма разнообразны по химическому и минералогическому составу, а, следовательно, обладают и разными свойствами.

Производство керамических материалов относятся к группе материалоемких, поэтому при выборе места строительства производители ориентируется, прежде всего, на наличие сырьевых ресурсов. В центральном регионе России отсутствуют крупные месторождения качественных и чистых глин. Поэтому основная часть производителей вынуждена использовать глины с высоким содержанием примесей и как, правило, с низким уровнем практически значимых свойств. Так, в Новомосковском районе для производства строительных керамических изделий используют местную глину низкодисперсную, с низким содержанием оксида алюминия и высоким содержанием свободного кварца. Поэтому новомосковская глина характеризуется невысокой пластичностью и связностью, высокой чувствительностью к сушке. Для улучшения свойств Новомосковской глины производители используют добавки более качественных привозных глин, что отражается на стоимости изделий.

Целью данной учебной научно-исследовательской работы является исследование пластических свойств глины Новомосковского месторождения и установление минимально допустимого количества пластифицирующей добавки.

Установлено, что исследуемая Новомосковская глина характеризуется влажностью предела текучести – 29 %, влажностью предела раскатывания – 20% и интервалом пластического состояния – 7 %. Таким образом, Новомосковская глина относится к группе умереннопластичных. Минимальное количество добавки пластичной глины составляет 10%, так как при данном содержании добавки интервал пластичного состояния составляет 16%, что соответствует группе среднепластичных глин и отвечает требованиям к глинам для строительной керамики.



УДК 66.0976

*Ульяничев А.О., Моисеев М.М.*

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ НИКЕЛЬ-МЕДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА**

Источниками оксидов азота в воздухе являются выхлопные газы автотранспорта, теплоэлектроцентрали, предприятия черной металлургии и химической промышленности (производства серной и азотной кислот, минеральных удобрений, катализаторов и др.). 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  $5 \text{ мг/м}^3$ , максимальная разовая концентрация -  $0,086 \text{ мг/м}^3$ .

Радикальным решением проблем очистки отходящих газов от оксидов азота является их восстановление до молекулярного азота с помощью восстановителей. В зависимости от используемого газа-восстановителя развивались два типа процессов: неселективные - высокотемпературное восстановление оксидов азота с помощью углеводородного топлива и селективные - низкотемпературное восстановление с помощью аммиака.

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 (метан, водород, оксид углерода и т.д.) 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.

Полученные никель-медные катализаторы, предназначенные для осуществления процесса СКВ оксидов азота аммиаком, удовлетворительно работают в при объемной скорости  $7500-15000 \text{ ч}^{-1}$  в интервале температур  $250 - 300^\circ\text{C}$ . Степень восстановления при этих условиях составляет 97,6% (остаточное содержание оксидов азота 0,003-0,005 об.%). При температуре выше  $300^\circ\text{C}$  наблюдается окисление аммиака кислородом воздуха, что повышает остаточное содержание оксидов азота в очищаемом газе. В интервале температур  $280 - 300^\circ\text{C}$  влажность очищаемого газа незначительно сказывается на степени восстановления.

УДК 661.631.82

*Якушин Н.С., Янков А.В., Леонов В.Т.*

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ С ЦЕОЛИТОМ МЕТОДОМ ДТА**

Аммонийная селитра - удобрение, которое слеживается в процессе получения, хранения на складах и транспортировке к потребителям. Снижение этого отрицательного показателя физико-механического свойства селитры служит введением в плав сыпучих неорганических веществ. В тезисах приводится исследование анализа физико-химического анализа-дифференциально-термического метода.

В исследованиях задействованы образцы: базовый – аммоний-ная селитра (1), исходный цеолит Холинковского месторождения (2) и, полученный в лабораторных условиях, образец аммонийной селитры с 10 %-ной добавкой цеолита (3). Помимо снижения слеживаемости и повышения температуры разложения селитры природные цеолиты являются натуральными минеральными удобрениями.

Известно, что цеолиты – это кристаллические гидратированные алюмосиликаты ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$ ), содержащие  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и прочие известные химические элементы, в которых имеются полости и каналы, заполненные молекулами воды, в количестве 3-8 % влаги.

На кривой гравиметрии установлено содержание влаги 3 % при 100 °С и 15 % при 580 °С в холинском цеолите. Это связано сначала с удалением кристаллизационной влаги, а потом с удалением молекулярной воды цеолита. На кривых ДТА и ДТГ имеются незначительные экзотермические минимумы в районе 110 °С.

На снимках образцов 1 и 3 изображены кривые комплексного термического анализа. Введение цеолита Холинковского месторождения температуры кристаллических модификаций сдвигаются в сторону ее повышения. Ромбическая IV-я модификация с 32,2 °С до 50 °С; ромбическая III-я с 84 °С до 100 °С; тетрагональная II-я с 125,8 °С до 140 °С, а кубическая I-я с 169,6 °С до 175 °С. Повышается температура начала разложения селитры до 230 °С, уменьшается эффект экзотермической реакции.

На основании проведенных исследований сделаны выводы, что введение в плав аммонийной селитры цеолита благоприятно влияет на образование IV-ой ромбической модификации и повышает температуру начала разложения удобрения.

УДК 661

*Бизерра Г.Л.Л., Янков А.В., Леонов В.Т.*

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

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ С ДОБАВКАМИ ДОЛОМИТА, ГИПСА, ПОЛУГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ И КАРБАМИДА**

В предыдущих материалах были приведены лабораторные исследования образцов удобрений, полученных введением неорганических добавок в аммонийную селитру. Сначала в расплавленную селитру вводилась двойная соль  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  – доломит, затем вводились  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  – полугидрат и карбамид. Так как карбамид с гидратированными солями образует комплексные соединения, расчетным путем были синтезированы  $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  и  $2\text{CaSO}_4 \cdot (\text{NH}_2)_2\text{CO}$ . Полученные соединения вводили в плав аммонийной селитры и доломита (CAN) в соотношении CAN : соединение = 10 : 1; 10 : 2,5; 10 : 5.

Аммонийная селитра относится к физиологически кислотным удобрениям. Согласно ГОСТ 2-85 значение pH 10 %-го водного раствора для различных добавок всех сортов аммонийной селитры pH = 4,0 – 5,0. Введение в состав добавок  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  pH = 6,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  pH = 7 позволило снизить показатель pH полученных образцов удобрений аммонийной селитры приблизительно до pH = 6,0.

Также были проведены исследования слёживаемости исследуемых удобрений фракции 0,25 мм в течение 4 часов при температуре 70 °С. Установлено, что введение исследуемых веществ в аммонийную селитру показатель слёживаемости влияет неоднозначно. Рекомендованы образцы с лучшими показателями.

Определение прочности частиц удобрений диаметром 2 мм показывает, что не только количественная добавка исследуемых веществ, но и способ гранулирования влияет на показатель прочности удобрений.

Сорбция влаги, высушенных до постоянной массы, удобрений исследовалась в течение 120 часов при 100 % влажности в эксикаторе, заполненном водой. Кривые сорбции влаги образцов удобрений свидетельствуют о том, что за 96 часов эксперимента почти все образцы насыщаются влагой до постоянного значения.

УДК 525.549

*Бизерра Г.Л.Л., Янков А.В., Леонов В.Т.*

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ С ДОЛОМИТОМ И ФОСФОРИТОМ МЕТОДОМ ДТА**

После демонтажа оборудования в цехе нитрофоски АО «НАК «Азот», начался монтаж схемы производства аммонийной селитры с добавкой доломита – кальций аммонийную селитру (CAN) методом окатывания гранул в барабане-грануляторе-сушилке (БГС). Введение в CAN фосфорита позволит получать аммонийную селитру, содержащую макроэлементы – фосфор, кальций и магний и микроэлементы – алюминий, железо. Кроме того, значительно улучшаются физико-механические свойства продукта, так как можно увеличивать добавку до 35 %-ов и более. Необходимый для нормального развития фосфор будет входить в состав удобрения в цитраторастворимой форме.

На кривой убыли массы вещества до  $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  этот показатель равен 1 %. По-видимому, это связано с влажностью продукта. Дальнейшее повышение температуры увеличивает убыль массы вещества и при  $t = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет 65 %, а при  $t = 750\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 80 %. Если на дериватограмме чистой аммонийной селитры на кривой убыли массы при  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  круто падает масса до  $t = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вплоть до постоянной величины, то на дериватограмме с добавкой фосфорита увеличение происходит ступенчато при температурах  $215\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $530\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это, по-видимому, связано с разложением карбонатов кальция и магния и фосфорита.

В результате исследований установлено, что кривая дифференциально-термического анализа постепенно повышается, экзоэффекты модифицированных кристаллических превращений аммонийной селитры незначительны по времени и количественно. Максимум температуры разложения удобрения составляет  $285\text{ }^{\circ}\text{C}$  с небольшим значением теплового эффекта. С  $t = 330\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $530\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $t = 740\text{ }^{\circ}\text{C}$  происходят превращения связанные с изменениями, происходящими с доломитом и фосфоритом.

УДК 661

*Бизерра Г.Л.Л., Янков А.В.*

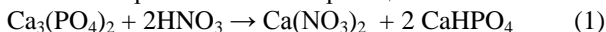
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

**ВВЕДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ КАРАТАУ В CAN**

Аммонийная селитра – однокомпонентное азотное удобрение, содержит азот в аммонийной и нитратной формах. В чистом виде слеживается и обладает низкой прочностью гранул. История развития производства аммонийной селитры претерпела многочисленные изменения. В промышленном масштабе

вводились сульфатные, карбонатные и нитратные добавки. Добавка сульфата аммония существовала до 80-х годов. На смену ее в агрегаты АС-72М и АС-67 стали вводить 36 %-ный раствор нитрата магния. Ранее существующие схемы производств методом приллирования позволяли вводить 0,3-0,7 % добавок. К концу столетия налажен выпуск кальций аммонийной селитры – CAN. Схема производства CAN позволяет выпускать добавку доломита до 35 % от массы аммонийной селитры. Это дало возможность увеличить: гран. состав; прочность; содержание кальция и магния, уменьшить слеживаемость продукта.

Ввиду нехватки фосфорсодержащих удобрений нами приведены исследования введения фосфоритов Каратау в CAN. Каратауский фосфоритоносный бассейн Южного Казахстана является крупнейшим из числа бывших союзных республик на территории СССР. Дело в том, что для кислотного разложения природные фосфаты, содержащие значительное количество карбонатов кальция и магния, непригодны. Проектирование и освоение аммонийной селитры с увеличенной добавкой доломита – двойной соли карбоната кальция и магния – гранулированием в барабанных аппаратах путем окатывания гранул позволит экспериментировать введение различных неор-ганических веществ. Так как условия проведения реакции получения аммонийной селитры диктуются наличием кислотной среды азотной кислоты, введение добавки фосфорита позволит разлагать его по реакции:



При наличии карбонатов в доломите и фосфорите может происходить реакция:



По результатам исследований установлены физико-химические основы производства аммонийной селитры с добавками доломита и фосфорита.

УДК 661.631

*Намазов Хуснутдин, Рассохина Л.Ю., Леонов В.Т.*

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

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВ – МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ТУРКМЕНИСТАНА**

Туркменистан обладает минерально-сырьевой базой для производства химической продукции, в том числе относящейся к отраслям неорганической химии. Так в Туркменистане большие запасы самородной серы, йода, брома, поваренной и калийной солей, сульфата натрия, магниевых солей.

В Туркменистане широко развито производство смазочных материалов. Потребление их оценивается от 50 до 200 тыс. тонн в год. Как следствие, образуется большое количество отработанных смазочных масел (ОСМ). Оптимальным способом решения вопросов утилизации ОСМ стало

использование в качестве сорбента минерального сырья - бентонитов и цеолитов.

С этой целью исследованы адсорбционные свойства бентонитов Огланлинского и Калининского месторождений. Но их применение не ограничивается только производством смазочных масел. Они могут широко применяться и в других отраслях промышленности. Например, в производстве катализаторов, очистке и утилизации отходящих промышленных газов, содержащих оксиды азота, серы и т.д.

Нами предлагается лабораторная установка по исследованию физико-химических свойств бентонитов с помощью весов Мак-Бена-Бахра (1).

На первом этапе предполагается изучить адсорбционную способность бентонита по отношению к диоксиду азота в лабораторных условиях.

УДК 541.13

*Мушкарин К. Г., Журавлёв В. И., Волкович А. В.,  
Жиркова Ю.Н., Ермакова Д.О.*

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

### **КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЦИНКОВОГО КАТОДА В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Известно, что при электролизе расплавленных солевых электролитов с жидкими металлическими электродами, особенно при низком содержании целевого электроактивного компонента, наряду с термодинамическими характеристиками расплавов и сплавов важную роль играют кинетические характеристики процессов, протекающих на границе раздела фаз. В качестве объекта исследований выбраны расплавы  $(K-Na)Cl_{эжв} + 1,45 \text{ мол. \% } MeCl_2$ , ( $Me - Ca, Sr, Ba$ ) при  $T = (973 - 1073) \text{ К}$ . Поляризацию жидкого цинкового катода измеряли импульсным гальваностатическим (коммутаторным) методом при продолжительности импульсов и пауз – по 15 с. Потенциалы катода измеряли относительно ХЭС через  $10^{-3}$  с после отключения импульсов тока, которые составляли от  $10^{-4}$  до  $(3-5) \text{ А/см}^2$ . Анолит и католит не диафрагмированы, таким образом накопление субионов щ.з.м. ( $Me^+$ ) во время съёмки катодных поляризационных кривых (КПК) не происходило. Данные о поляризации жидких катодов-сплавов в ячейках, как с диафрагмой, так и без неё необходимы для соответствующих вариантов электролиза. Особенностью протекания процессов высокотемпературного электролиза с жидкими электродами является их практически полный диффузионный контроль. Этот факт определяет важность информации о процессах диффузионного массопереноса в жидкой солевой и металлической фазах и данных о коэффициентах диффузии ( $D_{Me^{2+}}$ ) катионов  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ . Для измерений  $D_{Me^{2+}}$  ранее был применён метод катодной хронопотенциометрии в указанных выше расплавах на жидком цинке,

в отличие от классических твёрдых индифферентных катодов. По условиям измерений  $i \cdot \sqrt{t} = \text{const}$  при  $i > i_{\text{пред.д.}}$  в данных расплавах. Полученные при 973 К экспериментальные значения  $D_{\text{Ca}^{2+}} = 1,6 \cdot 10^{-9}$ ,  $D_{\text{Sr}^{2+}} = 1,4 \cdot 10^{-9}$ ,  $D_{\text{Ba}^{2+}} = 0,83 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с значительно меньше рассчитанных по уравнению Стокса-Эйнштейна с поправкой на электростатическое взаимодействие -  $(3,3; 3,1, 2,92) \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с, соответственно. Причины такого различия нельзя объяснить особенностью взаимодействия  $\text{MeCl}_2$  с  $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}}$ , тем более, что для ближайшего аналога,  $\text{Mg}^{2+}$ , данные опытов и расчётов удовлетворительно согласуются -  $(5,3 \cdot 10^{-9}$  и  $5,37 \cdot 10^{-9})$  м<sup>2</sup>/с. Причины отклонения  $D_{\text{Me}^{2+}}$ , по нашему мнению, выявляются при анализе поляризации на КПК жидкого цинкового катода и оценке отдельных кинетических характеристик. Классическая КПК в  $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}} - \text{X MeCl}_2$  имеет четыре характерных участка, отвечающих последовательному протеканию процессов с увеличением  $i$ :  $\text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^0$  (1);  $\text{Me}^{2+} \rightarrow \text{Me}^+$ (2);  $\text{Me}^{2+} + (\text{Zn}) \rightarrow \text{Me}(\text{Zn})$  (3);  $\text{Na}^+ + (\text{Me})\text{Zn} \rightarrow \text{MeNa}(\text{Zn}) \rightarrow \text{Na}$ (4). Процессы (1; 2) и (3) – на КПК проявляются с предельными плотностями токов  $i_{\text{к}}$ ,  $i_{\text{пер}}$ ,  $i_{\text{пр.д.}}$ . Величины токов перезаряда ( $i_{\text{пер}}$ ) и предельного диффузионного для  $\text{Me}^{2+}$  ( $i_{\text{пр.д.}}$ ) возрастают от  $\text{CaCl}_2$  к  $\text{BaCl}_2$  и для всех  $\text{MeCl}_2$  – с увеличением температуры, примерно в 1,5 – 1,6 раза на 100 К. Значения  $i_{\text{пр.д.}}^3$  на КПК (например для  $\text{SrCl}_2$ ) при увеличении температуры от 973 К до 1073 К возрастают от  $105 \pm 10$  до  $180 \pm 10$  мА/см<sup>2</sup>,  $i_{\text{пер}}$  – от 20 до 40 мА/см<sup>2</sup>,  $i_{\text{к}}$  возрастает от (4-5) до (6-7) мА/см<sup>2</sup>. Термодинамические расчёты показывают, что экспериментальная величина  $i_{\text{пр.д.}}^3$  на КПК может включать и ток соосаждения натрия в сплавы. Аналогичная картина характерна для КПК и в других расплавах  $\text{MeCl}_2$ . Такой ход КПК показывает, что процесс протекающий при снятии хронопотенциограмм отвечает не одной (3), а минимум трём реакциям (1;2;3), что и приводит к занижению расчётных величин коэффициентов диффузии  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  и  $\text{Ba}^{2+}$ . При поляризации жидких цинковых катодов в расплавах  $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}} - \text{X MeCl}_2$ , (Me – Ca, Sr, Ba) предельный диффузионный ток ( $i_{\text{пр.д.}}^3$ ) на КПК связан с разрядом катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ , т.к. условные равновесные потенциалы сплавов  $\text{Ca}(\text{Zn})$ ,  $\text{Sr}(\text{Zn})$ ,  $\text{Ba}(\text{Zn})$  при различных содержаниях X  $\text{MeCl}_2$  и температурах, положительнее чем таковые для сплавов  $\text{Na}(\text{Zn})$ . Так, при 973 К в расплаве  $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экр}} - 1,45 \text{ мол. \% MeCl}_2$ , их значения равны

$$E_{\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}(\text{Zn})}^{\text{P*}} = -3,249 \text{ В}, \quad E_{\text{Sr}^{2+}/\text{Sr}(\text{Zn})}^{\text{P*}} = -3,258 \text{ В}, \quad E_{\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}(\text{Zn})}^{\text{P*}} = -3,280 \text{ В}, \quad E_{\text{Na}^+/\text{Na}(\text{Zn})}^{\text{P*}} = -3,631 \text{ В}$$

В то же время, в разбавленных по  $\text{MeCl}_2$  расплавах, получаемые электролитические сплавы могут содержать как щелочноземельные, так и щелочные металлы – X Me - X Na - (Zn). Показатель

избирательности жидкого цинка -  $\theta_{\text{Zn,Me/Na}} = X_{\text{Me}}/X_{\text{Na}}$ , при  $X_{\text{Me}} \approx 0,1$  мол.% составляет 3-4, а при катодной поляризации равной 0,1 В (при  $i = 0,9i_{\text{пр.д.}}$ )-уменьшается до 1. Экспериментальная величина  $i_{\text{пр.д.}}^3$  на КПК за счёт перечисленных выше факторов искажается. Она завышается за счёт  $i_{\text{к}}$  и занижается из-за перезаряда  $\text{Me}^{2+}$  до  $\text{Me}^+$ . При протекании единственной

реакции  $\text{Me}^{2+} + 2e + (\text{Zn}) \rightarrow \text{Me}(\text{Zn})$  расчетная величина  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}}$  по  $\text{Me}^{2+}$  составляет  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}} = i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}} + i_{\text{пер}} - i_{\text{к}}$ . С учётом возможного расхода тока на соосаждение натрия в сплав  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}}$  возрастает. Учёт вклада соосаждения натрия в величину  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}}$  можно провести по средней парциальной доле тока на стадии сплавообразования. Выход по току,  $BT_{\text{Me}} = 2\theta'/(2\theta' + 1)$ , составляет 0,80-0,85. Тогда расчетную величину  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}}$  можно выразить как:  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}} = (i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}} \cdot [2\theta'/(2\theta' + 1)] + i_{\text{пер}} - i_{\text{к}}$ . Оценку  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}}$  для малых содержаний  $\text{MeCl}_2$  целесообразно проводить при более высоких концентрациях  $\text{Me}^{2+}$ , когда вкладом соосаждения натрия можно пренебречь, с последующим пересчётом  $i_{\text{пр.д.}}^{\text{р}}$  на необходимую величину концентрации.

УДК 541.13

*Мушкарин К. Г., Журавлёв В. И., Волкович А. В.,  
Жиркова Ю.Н., Панарина Х. В.*

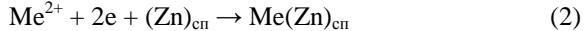
(Новомосковский институт РХТУ им. Д. И. Менделеева)

### **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕЗАРЯДА КАТИОНОВ-ДИФФУЗАНТОВ НА ИЗМЕРЕНИЯ ИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ В РАСПЛАВАХ**

Рассмотрены результаты измерений коэффициентов диффузии  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  -  $\text{Me}^{2+}$  в расплаве  $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{эКВ}}$ , выполненные ранее методом катодной хронопотенциометрии на жидком цинковом электроде -  $\text{D}_2$ ,  $\text{м}^2/\text{с}$ . Расчёт  $\text{D}_2$  проводился с использованием уравнения Санда

$$D_2 = 2i_{\text{к}}\sqrt{\tau}^2 \cdot C_2^0 2F\sqrt{\pi}^{-2} \quad (1)$$

в предположении протекания в расплаве  $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{эКВ}}$  - 1,45 мол.%  $\text{MeCl}_2$  катодного процесса с участием  $\text{Me}^{2+}$  только по реакции



в течении переходного времени « $\tau$ » с уменьшением  $C_2$  от  $C_2^0$  до нуля. Результаты расчётов  $\text{D}_2$  по (1) в (2-3,5) раза ниже, чем по уравнению Стокса-Эйнштейна. Причиной расхождения очевидно является перезаряд  $\text{Me}^{2+}$  до  $\text{Me}^+$  в течение времени  $\tau_{\text{пер}}$  с уменьшением  $C_2$  от  $C_2^0$  до  $C_2^{\text{S}}$ . С учётом перезаряда величину  $\text{D}_2^{\text{K}}$  следует рассчитывать по уравнению

$$D_2^{\text{K}} = (2i_{\text{к}}\sqrt{\tau - \tau_{\text{пер}}})^2 \cdot C_2^{\text{S}} 2F\sqrt{\pi}^{-2} \quad (3)$$

Величина  $\text{D}_2^{\text{K}}/\text{D}_2 = \text{K}$  - учитывает вклад перезаряда в измерения  $\text{D}_2$  и равна

$$\text{K} = \frac{D_2^{\text{K}}}{D_2} = \left( \frac{C_2^{\text{S}}}{C_2^0} \right)^2 \left( 1 - \frac{\tau_{\text{пер}}}{\tau} \right) \quad (4)$$

По данным хронопотенциограм определение  $\tau_{\text{пер}}/\tau$  и  $C_2^0/C_2^{\text{S}}$  по уравнению

$$2\tau_{\text{пер}}^{0,5} \cdot \tau^{-0,5} = C_2^0 - C_2^{\text{S}} \cdot C_2^0^{-1} \quad (5)$$

не представляется возможным, т.к.  $\tau_{\text{пер}} \ll \tau$  и не проявляется при измерениях.



По данным катодной поляризации в данном расплаве получены величины тока перезаряда ( $i_{пер}$ ) и предельного диффузионного тока для  $Me^{2+}$  ( $i_{пр.д.}$ ). Из уравнений стационарной диффузии получаем следующее соотношение

$$C_2^0 \cdot C_2^{s-1} = i_{пр.д.} \cdot i_{пр.д.} - 2i_{пер}^{-1} \quad (6)$$

Совместным решением уравнений (5) и (6) получили выражение вида

$$\tau_{пер} \cdot \tau^{-1} = i_{пер}^2 \cdot i_{пр.д.}^{-2} \quad (7)$$

Постановкой в уравнение (4) соответствующих величин из формул (6) и (7) получили выражение для оценки коэффициента К

$$K = \frac{D_2^K}{D_2} = \left( \frac{i_{пр.д.}}{i_{пр.д.} - 2i_{пер}} \right)^2 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{i_{пер}}{i_{пр.д.}} \right)^2 \right] \quad (8)$$

Оно учитывает вклад процесса перезаряда  $Me^{2+}$  до  $Me^+$  при измерениях  $D_2$  для  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  с использованием данных поляризации цинкового катода в расплавах.

УДК 541.13

*Коновалов И.М., Волкович А.В., Журавлёв В.И., Чудин Е.Г.*

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

## **ОСТАТОЧНЫЙ ТОК ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СОЛЕВЫХ РАСПЛАВОВ В СПЛАВЫ С ГАЛЛИЕМ**

Под понятием «остаточные токи» ( $i_{ост}$ ) при электролизе солевых расплавов с жидкометаллическими катодами принимается сумма плотностей токов процессов, предшествующих достижению потенциала начала выделения металла (металлов) в сплав. В расплавах KCl-26 мол.%  $MeCl_2$  ( $Me - Ca, Sr, Ba$ ) при электролизе с жидким галлиевым катодом это токи коррозии галлия ( $i_{кор}$ ), токи перезаряда  $Me^{2+}$  до  $Me^+$  ( $i_{пер}$ ) и токи осаждения возможных примесей ( $i_{пр}$ ).

$$i_{ост} = i_{пер} + i_{кор} + i_{пр} \quad (1)$$

Значения  $i_{ост}$  и  $i_{кор}$  определяли по методике снятия  $E - \tau$  кривых включения-отключения, повторяя этот цикл до 7 последовательных съёмов в одном и том же электролите. Расчёт проводили по формулам:

$$i_{ост} = \tau_3 \cdot i_3 \cdot \tau_3 + \tau_1^{-1} \quad (2)$$

$$i_{кор} = \tau_3 \cdot i_3 \cdot \tau_3 + \tau_1 + \tau_2^{-1} \quad (3)$$

Время электролиза –  $\tau_3=1$  мин., плотность тока электролиза –  $i_3=0,078$  А/см<sup>2</sup>, а время  $\tau_1$  и  $\tau_2$  соответствует участку потенциалов сплава  $Me(Ga)$  и участку потенциалов перезаряда на кривой отключения. Опыты проводились в трёхэлектродной ячейке с диафрагмированным анодным пространством. Электролит находился под атмосферой аргона. Условия опыта позволяли

субионам  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Sr}^+$  и  $\text{Ba}^+$  накапливаться в расплаве – электролите опыта к опыту. Этот эффект проявляется в возрастании времени  $\tau_1$  и уменьшению  $\tau_2$ , вплоть до стабилизации после 5-6 опыта. Согласно выражению (2) и значения  $i_{ocm}$  так же стабилизируются на минимальном значении  $i_{ocm.cmaб.}$ , а составляющая  $\tau_2$  – не проявляется. Исследовалось влияние природы  $\text{MeCl}_2$ , температуры (973 – 1073 К) и количества опытов на значения  $i_{ocm}$ . Установлено, что при всех температурах величины  $i_{ocm}$  возрастают в ряду расплавов  $\text{CaCl}_2 < \text{SrCl}_2 < \text{BaCl}_2$ , при этом, в каждом из них  $i_{ocm}$  увеличивается с ростом температуры. Данные расчётов  $i_{ocm}$ ,  $\text{mA}/\text{cm}^2$  в первом опыте –  $i_{ocm(1)}$  и в последнем (7-ом) –  $i_{ocm.cmaб.}$  приведены в таблице.

$\text{MeCl}_2$	T = 973 К		T = 1073 К	
	$i_{ocm(1)}$	$i_{ocm.cmaб.}$	$i_{ocm(1)}$	$i_{ocm.cmaб.}$
$\text{CaCl}_2$	30	6	45	10
$\text{SrCl}_2$	35	6	50	10
$\text{BaCl}_2$	38	5	52	7

УДК 541.1

*Сафронова Е.В., Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф., Чернышев И.Н.*  
(Новомосковский институт ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОЛЕЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПЕРЕХОДНОМ СЛОЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Синтез материалов с заданными свойствами требует разработки новых методов, отличающихся от известных большей управляемостью, высокой воспроизводимостью результатов, возможностью получения монодисперсного материала. Процессы самосборки и самоорганизации в сложно организованной системе могут быть основой для разработки таких методов. При практической реализации метода возможен синтез наноструктур в пространственно-ограниченных коллоидных системах (нанореакторах), являющихся разновидностью методов получения материалов по принципу «снизу - вверх».

Цель работы - установление влияние различных факторов на свойства материала на основе редкоземельных элементов, образующихся в переходной области гетерогенной жидкостной системы.

Температуры начала и конца плавления материала межфазных на основе ди-(2-этилгексил)фосфатов лантаноида (Д2ЭГФКLn) различаются, что позволяет предположить о вхождении в состав материала нескольких солей. С увеличением размера кристаллита температура плавления увеличивается, что можно объяснить наличием поверхностного давления, действующего на материал,

которое обратно пропорционально размеру частиц и приводит к увеличению энергии Гиббса.

Электропроводность Д2ЭГФКLn не велика, зависит от многих факторов и определяется изменением содержания воды в составе материала. Это подтверждается изменением интенсивности поглощения в ИК-спектрах материала при  $3480 \text{ см}^{-1}$ .

Магнитные свойства Д2ЭГФКLn обусловлены незаполненной 4f-подоболочкой, которая расположена глубоко внутри атома и заэкранирована от действия кристаллического поля вышележащими электронными слоями. Возрастание числа 4f-электронов по мере перехода от La(III) к Lu(III) обуславливает тенденцию к монотонному увеличению их магнитной восприимчивости. Поскольку 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 спиновый моменты должны быть параллельны, то для Д2ЭГФКLn на основе РЗЭ цериевой подгруппы следует ожидать меньших магнитных моментов, чем для элементов иттриевой подгруппы.

Таким образом, материал на основе Д2ЭГФКLn обладает свойствами, зависящими от природы РЗЭ и вида растворителя Д2ЭГФК. Материал на основе РЗЭ иттриевой подгруппы обладает более высокой плотностью, магнитной восприимчивостью, и более низкой электропроводностью.

УДК 541.182 45

*Семехина А.С., Костылева Е.И., Рыбкина Т.И.*

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

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕНОГАШЕНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ КОНВЕРТОРНОГО ГАЗА ОТ $\text{CO}_2$ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА**

Целью данной работы является изучение эффективности пеногасителей различной природы в производстве аммиака на стадии этаноламиновой очистки конвертированного газа от диоксида углерода.

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 45<sup>0</sup>С. Для этого на практике используют сополимеры окиси этилена и пропилена общей формулы  $\text{НО}-(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_a(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})_b(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_c\text{-Н}$ . 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 (Лапрол), 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 этаноламина после добавления пеногасителя.

В ходе испытаний выявлено, что наиболее эффективным пеногасителем является смесь сополимер окиси этилена и пропилена и полидиметилсилоксановой жидкости ПМС-220-А.

УДК 544.4

*Семеняко Д.М., Добрыднев С.В.*

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

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ  
ХЕМОСОРБЕНТОМ  
НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА**

Оксиды серы наиболее трудно поддаются очистке и в то же время являются одними из токсичных соединений оказывающих вредное воздействие на здоровье людей, окружающую среду. Промышленные газы от металлургических и химических производств содержат в своих газовых выбросах  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ . Глубокую очистку газов обеспечивают адсорбционные методы с использованием оксида цинка, гидроксида железа, активного угля, цеолитов и других поглотителей. Применение хемосорберов на основе ультрадисперсного оксида цинка имеют большой опыт практического применения, высокую степень сероочистки, высокую сероемкость хемосорбента. На сегодня разработаны активные хемосорбенты и хемосорбенты-катализаторы на основе окиси цинка (КС-4, ГИАП-34Н, ГИАП-943Н) для процесса тонкой сероочистки углеводородных газов. Их производство освоено в промышленном и опытно-промышленном масштабе. Существуют различные методы получения ультрадисперсного оксида цинка: газофазное и импульсное лазерное осаждение, пиролиз аэрозолей, магнетронное и термическое распыление и ряд других методов реализуются

при высоких температурах и зачастую не позволяют получать ультрадисперсные материалы.

Исходя из экологических и экономических соображений, наиболее перспективными соединениями для получения ультрадисперсного оксида цинка являются основные карбонаты цинка (ОКЦ), продуктами термического разложения которых являются диоксид углерода и пары воды. Перспективным способом получения ОКЦ является гидротермальный синтез в карбонатно-аммиачных растворах.

Гидротермальный синтез основного карбоната цинка проводился по оригинальной методике в гетерогенных условиях из аммиачно-карбонатных растворов. Применение в качестве одного из компонентов исходного сырья грубодисперсного ZnO для синтеза ОКЦ в отличие от солей цинка исключает из техпроцесса стадию тщательной отмывки осадков от ионов.

Схема процесса превращения грубодисперсного оксида цинка в ультрадисперсный оксид цинка состоит из двух стадий. На первой стадии происходит превращение грубодисперсного оксида цинка в основной карбонат цинка, а на второй - при термическом разложении основной карбонат цинка переходит в ультрадисперсный оксид цинка.

Для улучшения механической прочности хемосорбента, после их прокали, к формованной массе ОКЦ добавляли, в качестве связующих материалов, MgO и высокоглиноземистый цемент (талюм).

При увеличении массового содержания связующих веществ в формованной массе, прочность готового хемосорбента увеличивается, что является положительным фактором, однако, удельная поверхность уменьшается, что негативно сказывается на качестве готового продукта. Поэтому массовое содержание связующего компонента должно отвечать предельному количеству, обеспечивающему механическую прочность хемосорбента не менее 0,8 кг/мм. Одновременно с увеличением содержания связующих материалов уменьшается сероёмкость, что обусловлено снижением относительного содержания в хемосорбенте активной окиси цинка. Для улучшения схватывания талюма хемосорбент подвергали гидротермальной обработке.

В таблице приведена сравнительная характеристика хемосорбента полученного из формовочной смеси, содержащей 95 масс. % ОКЦ и 5 масс. % MgO и хемосорбента полученного из формовочной смеси, содержащей 95 масс. % ZnO и 5 масс. % MgO (по технологии ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»).

Сравнительная характеристика хемосорбентов

Таблица

Характеристики готового продукта	Хемосорбент полученный по предлагаемой технологии	Хемосорбент полученный по технологии ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»
----------------------------------	---	---

Сероемкость, %	34,2	31,3-32,1
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	62	54-58
Размер частиц, нм	13-17	21-25

Таким образом без снижения качества готового продукта (данные таблицы) удается существенно упростить технологический процесс получения хемосорбента исключая из него стадии разложения ОКЦ в активную окись цинка и ее последующий помол.

УДК 544.4

*Александрова О.А., Добрыднев С.В.*

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

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ РАСТВОРЕНИЯ Ni(OH)<sub>2</sub> В АММИАЧНО-КАРБОНАТНОМ ВОДНОМ РАСТВОРЕ**

Растворение оксидов и гидроксидов металлов в аммиачно-карбонатных водных растворах является важной задачей в широком спектре областей, включая коррозию металлов, пассивирование, выщелачивание оксидосодержащих минералов, гидрометаллургии и др.

Для изучения кинетики процесса растворения гидроксида никеля в аммиачно-карбонатном растворе были использованы следующие реактивы: гидроксид никеля ТУ 48-3-63-90 (квалификации «Ч»), гидрокарбонат аммония ГОСТ 3762-78 (квалификации «ХЧ»), раствор аммиак ГОСТ 24147-80 (квалификации «ЧДА»).

В стеклянную плоскодонную колбу объемом 100 мл вносили навеску гидроксида никеля массой 2 грамма (фракционный состав 0,05-0,063 мм) и добавляли 8 мл дистиллированной воды и термостатировали в течение 15 мин при заданной температуре с точностью  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . Полученная смесь интенсивно перемешивали для равномерного распределения твердых частиц в объеме жидкой фазы. Затем приливали термостатированную, аммиачно-карбонатной смесь объемом 92 мл (70 мл 1,5М раствора гидрокарбоната аммония и 22 мл 6 М раствора аммиака, соотношение  $\text{NH}_4\text{HCO}_3/\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} = 4:5$ ) и отмечали время начала реакции. По окончании времени опыта осадки нерастворившегося гидроксида никеля отделяли и высушивали в течение 24 часов при комнатной температуре, а затем 3 часа в сушильном шкафу при температуре  $80^{\circ}\text{C}$ . Пробы отбирались через 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 минут после начала опыта. По результатам взвешивания высушенных осадков рассчитывали степень превращения гидроксида никеля от времени растворения. Достоверность полученных данных оценивали статистически для серии опытов из трех измерений.

Эксперименты проводились для двух температур  $20 \pm 0,1^\circ\text{C}$  и  $40 \pm 0,1^\circ\text{C}$ . Зависимость степени превращения  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  от времени опыта и температуры процесса представлена на рис. 1.

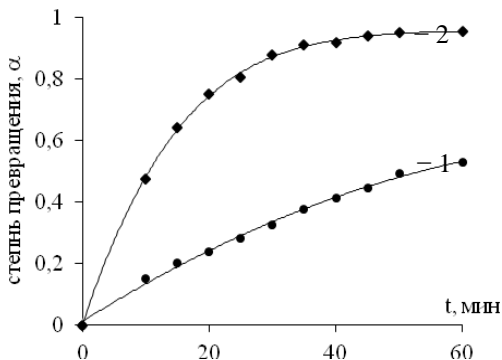


Рис. 1 Зависимость степени превращения гидроксида никеля от времени опыта в аммиачно-карбонатной смеси,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3/\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 4:5$ , температуры растворения: 1 –  $20^\circ\text{C}$ , 2 –  $40^\circ\text{C}$

По экспериментальным данным степени превращения гидроксида никеля от времени растворения в аммиачно-карбонатном растворе были рассчитаны эффективные константы скорости процесса в начальный момент времени для двух температур (истинная скорость реакции при  $20^\circ\text{C}$   $K_{\text{эф1}} = 0,0081 \text{ мин}^{-1}$ , при  $40^\circ\text{C}$   $K_{\text{эф2}} = 0,048 \text{ мин}^{-1}$ ). Значение энергии активации, рассчитанное по уравнению Аррениуса, составило  $\sim 100,0 \text{ кДж/моль}$ .

Таким образом, на основании значения энергии активации, можно сделать вывод, что в интервале времени опыта от 0 до 10 мин процесс растворения гидроксида никеля в аммиачно-карбонатном растворе протекает в кинетической области.

УДК 544.18: [546.21+546.72+546.212]

*Савельянова О. В., Ермаков А. И.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

### **МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДЫ С МАГНЕТИТОМ**

Магнетит интенсивно изучается в связи с многогранными областями его применения: в металлургии, электрохимии, материаловедении, технике. Все более широкое применение он находит и в медицине. В частности он может применяться для адресного терапевтического воздействия (целевая доставка терапевтических молекул лекарственных веществ, управляемый локальный

нагрев или охлаждение тканей организма, механическая очистка гнойных полостей). Многие аспекты взаимодействия магнетита с эндогенными соединениями организма, а также с поступающими в организм питательными веществами и лекарственными средствами еще не ясны. Проявление их требует привлечения как экспериментальных, так и теоретических методов.

Главным по массе компонентом плазмы крови является вода. Поэтому взаимодействие воды и магнетита является не только основой, но и фоном на котором проявляются взаимодействия других компонентов плазмы с магнетитом.

В настоящей работе с использованием кластерного приближения проведено атомистическое и квантово-химическое моделирование взаимодействия воды с магнетитом. Атомистические и квантово-химические расчеты воды, магнетита и их взаимодействия осуществлены методом молекулярной механики в силовых полях MM+ и Amber99, полуэмпирическим квантово-химическим методом PM3 с использованием лицензионной программы HyperChem 8.0.8 [1].

Для расчетов использованы: кластеры воды  $(\text{H}_2\text{O})_k$ ,  $k = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$  и  $128$ ; кластеры магнетита  $(\text{Fe}_3\text{O}_4)_k$ ,  $k = 1, 8, 32, 72$  и  $216$ , а также отдельные гидроксиллированные кластеры магнетита. Используемые методы удовлетворительно описывают энергию когезии жидкой воды и магнетита. Взаимодействие воды с магнетитом осуществляется либо по механизму физической адсорбции с координацией воды атомом кислорода на атом железа магнетита, либо с протеканием хемосорбции. Хемосорбция может быть двухцентровой - с образованием связей Fe-OH и O-H и одноцентровой - с образованием связей H-Fe-OH на поверхности магнетита.

1. HYPERCHEM-8.0.8. Permanent Site License Version. Small School. Departmental (Class C). [www.hyper.com](http://www.hyper.com).

УДК 541.8:536.6:532.14

*Клепикова М.И., Назарова А.Ю., Леонтьева Е.А., Новиков А.Н.*  
(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ИОДИДА БАРИЯ В ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДЕ ПРИ 298,15 К**

Исследование растворов на основе апротонных диполярных растворителей актуально в связи с перспективами их использования в различных отраслях промышленности. Настоящая работа является продолжением исследований растворов электролитов в диметилсульфоксиде (ДМСО).

В работе экспериментально исследованы теплоемкость  $C_p$  и плотность  $\rho$  растворов иодида бария в ДМСО при 298,15 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)<sup>-1</sup>. Для исследования плотности растворов была использована прецизионная пикнометрическая установка. Погрешность измерения плотности растворов составляла  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$  г·см<sup>-3</sup>.

ДМСО квалификации „х.ч.“ высушивали молекулярными ситами марки 4А и подвергали двукратной перегонке под вакуумом. Содержание воды в образцах используемого растворителя, определенное титрованием по методу Фишера, не превышало 0,02 масс.%. Иодид бария квалификации „х.ч.“ подвергали осушке под вакуумом. Приготовление растворов проводили в сухой камере, полностью исключаящей контакт вещества с влагой воздуха.

На основании экспериментальных данных о теплоемкости и плотности растворов были вычислены кажущиеся молярные теплоемкости  $\Phi_C$  и объемы  $\Phi_V$  иодида бария в ДМСО при 298,15 К. Экстраполяцией концентрационных зависимостей  $\Phi_C$  и  $\Phi_V$  к состоянию бесконечного разбавления были определены важные термодинамические константы - стандартные парциальные молярные теплоемкость  $\bar{C}_{P_2}^0$  и объем  $\bar{V}_2^0$  иодида бария в ДМСО. Стандартные значения теплоемкости  $\bar{C}_{P_i}^0$  и объема  $\bar{V}_i^0$  иона бария в растворах ДМСО были рассчитаны на основании метода ТФБ-ТФА. Полученные результаты были обсуждены в связи с особенностями структуры ДМСО и высказаны предположения о характере взаимодействий ион-растворитель в исследованной системе.

УДК 541.8:536.6:532.14

*Буланова С.С., Беликова Д.В., Леонтьева Е.А., Новиков А.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНА ПРИ 308,15 К**

Настоящая работа является продолжением исследований растворов на основе N-метилпирролидона (МП). N-метилпирролидон – 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. МП хорошо смешивается с другими растворителями (с водой, например, неограниченно), что расширяет возможности его применения в химии и технологии. Исследование МП и его смесей с другими растворителями интересно и в теоретическом плане, т.к. позволяет выяснить характер, оценить вклад специфической и универсальной составляющей в общую энергию межмолекулярных взаимодействий.

В работе калориметрическим и денсиметрическим методом исследована система МП - 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)<sup>-1</sup>. Для исследования плотности растворов была использована прецизионная пикнометрическая установка. Погрешность измерения плотности растворов составляла  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$  г·см<sup>-3</sup>. Для приготовления растворов использовали дважды перегнанную воду и МП, осушенный молекулярными ситами 4А, и дважды перегнанный 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  $\Delta C_p^E$  и  $\Delta V^E$

имеют значительный экстремум в области составов 0,3-0,4 мольной доли МП, что свидетельствует о специфическом взаимодействии компонентов системы, приводящем к образованию ассоциата МП·2Н<sub>2</sub>О. Полученные результаты были обсуждены в связи с особенностями специфических и универсальных межмолекулярных взаимодействий в изученной системе.

УДК 615.014

*Бескосова В.М., Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Беликова Д.В.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПОЛУЧЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТИОСУЛЬФАТА НАТРИЯ**

Одним из довольно известных химических соединений является тиосульфат натрия. Раньше о нем знал каждый фотограф и фотолобитель. В настоящее время тиосульфат натрия довольно широко используется в медицинской и фармацевтической областях.

В медицине тиосульфат натрия применяется как десенсибилизирующее, противовоспалительное и антитоксическое лекарственное средство. Антитоксическое действие основано на уникальной способности этого препарата образовывать неядовитые соединения — сульфиты с мышьяком, таллием, ртутью, свинцом. Тиосульфат-ион  $S_2O_3^{2-}$ , координируясь через атом серы, создает стабильные комплексные соединения, которые являются малотоксичными и выводятся из организма. Обладает свойствами антидота по отношению к анилину, бензолу, йоду, бром, меди, синильной кислоте, сулеме, фенолам и многим другим веществам.

Тиосульфат натрия вводится преимущественно внутривенно при аллергических заболеваниях, артритах, дерматозах и отравлениях. Наружно — для лечения чесотки. Действие тиосульфата натрия на внутренние органы и системы можно сравнить с самой настоящей химчисткой, после которой проходят многие болезни или значительно облегчается их течение. Организм, освобожденный от «грязи», копившейся годами, благодарно справляется уже сам со многими недугами. Аптечный тиосульфат натрия - 30%-й раствор для инъекций, который используется в медицине при отравлениях организма, как противоядие, разбавив водой, можно с успехом применять самостоятельно внутрь для очищения крови и лимфы.

При изготовлении лекарственных веществ обязателен контроль качества согласно Государственной фармакопеи - сборника обязательных общегосударственных стандартов и положений, нормирующих качество лекарственных веществ. Она основана на принципах отечественного здравоохранения и отражает современные достижения в области фармации, медицины, химии и других смежных наук.

В работе синтезирован тиосульфат натрия, проведен его качественный и количественный анализ, а также оценка соответствия качества требованиям государственной фармакопеи.

УДК 615.014

*Зарочинцева К.В., Сухинина О.А., Рыбкина Т.И. Леонтьева Е.А.*

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

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ**

Соединения алюминия широко используются в медицине, как для лечения, так и для предупреждения ряда тяжелых заболеваний и одобрены для этих целей Всемирной организацией здравоохранения. Препараты этих соединений с каждым годом совершенствуются, за счет новых разработок снижается их побочное воздействие на организм и усиливается эффективность.

Лекарственные препараты на основе гидроксида и фосфата алюминия обладают адсорбирующим и обволакивающим действием, уменьшают влияние повреждающих факторов на слизистую оболочку.

Обволакивающее действие заключается в способности коллоидных частиц адсорбироваться на слизистую оболочку пищевода, желудка и кишечника, создавая на ней особый мукоидный слой, который защищает слизистые оболочки от агрессивного воздействия соляной кислоты, пепсина, а также токсических веществ, поступающих в организм извне или вырабатывающихся в результате метаболизма.

Антацидные свойства препаратов заключаются в нейтрализации избытка соляной кислоты, что приводит к уменьшению переваривающей активности

желудочного сока. На сегодняшний день предпочтение отдается невсасывающимся антацидам, которые хотя и медленнее нейтрализуют соляную кислоту, но не вызывают эффекта «рикошета» (усиление продукции кислоты после окончания действия лекарств, снижающих кислотность ЖКТ), и не оказывают системных эффектов. К ним и относятся лекарственные препараты, содержащие алюминия гидроксид и алюминия фосфат, что и обуславливает актуальность данного исследования.

Следует отметить, что алюминий относится к токсичным элементам при условии превышения предельно допустимой концентрации. Поэтому при изготовлении этих препаратов нужно проводить физико-химический контроль по принятым стандартам, в частности, по фармакопейным статьям.

Проведенные физико-химические исследования показали, что содержание ионов алюминия, которые поступают в организм человека при применении препаратов на основе соединений алюминия, таких как «Алюмаг», «Альмагель», «Гастал» «Гастралюгель», «Фосфалюгель» не превышает допустимой дозы.

УДК 679.02:66.095

*Алтова М.Н., Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Танчев Р.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СОЛЕЙ КАЛЬЦИЯ И БАРИЯ**

Сульфаты бария и кальция имеют широкое применение. Сульфат бария применяется в медицине в качестве контрастного средства при рентгенологическом исследовании пищевода, желудка и кишечника. Свойство затвердевать при смешении с водой нашло применение сульфата кальция в медицине, широко используют его в ортопедии, травматологии и хирургии.

Были получены сульфаты бария и кальция, изучены их физико-химические свойства, способы очистки, проведен качественный анализ и определены примеси.

Сульфат бария получали реакцией взаимодействия хлорида бария и серной кислоты, практический выход составил 92 %. Сульфат кальция получали по реакции хлорида кальция и сульфата аммония, практический выход составил 82%. Испытание на подлинность сульфатов бария и кальция проводили с использованием аналитических реакции обнаружения ионов  $Ba^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$ .

Так как, сульфат бария применяют внутрь в больших дозах, при испытании на чистоту особое внимание уделяют обнаружению солей бария, растворимых в воде (хлориды) или в кислотах (сульфиды, карбонаты). Растворимых солей бария обнаружено не было.

Инфракрасный спектр химического соединения является одной из его важных характеристик. На ИК Фурье спектрометре ФСМ 1201 получили спектры сульфатов бария и кальция; сравнили со спектрами из компьютерной базы данных. Полученные нами вещества имеют четко выраженные полосы поглощения 1130-1080  $\text{см}^{-1}$ , что соответствует сульфатной группе. Для дигидрата сульфата кальция, найдена сильная полоса поглощения с частотой 1140  $\text{см}^{-1}$ .

Испытание на подлинность солей бария и кальция доказало идентичность анализируемых лекарственных веществ, требованиям Государственной Фармакопеи РФ и другой нормативно-технической документации.

УДК 541.68:543.62

*Ефремов П.В., Калашикова М.А., Танчев Р.А., Новиков А.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ СОЛЕЙ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ**

В медицинской практике находят широкое применение литиевые, натриевые и калиевые соли угольной кислоты. Гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$  (питьевая сода, пищевая сода, бикарбонат натрия, натрий двууглекислый) используется в медицине как нейтрализатор ожогов кожи и слизистых оболочек человека кислотами и снижения кислотности желудочного сока, коррекции метаболического ацидоза в условиях реанимации. Раствор питьевой соды используется в качестве слабого антисептика для полосканий, а также как традиционное кислотнейтрализующее средство от изжоги и болей в желудке (современная медицина не рекомендует применять из-за побочных эффектов, в том числе, из-за «кислотного рикошета»). Карбонат калия в фармацевтической промышленности используется для изготовления сульфаниламида длительного действия, прогестерона, кортизона, эстрадиола, бензоата и других препаратов. Карбонат лития широко применяются для профилактики и лечения аффективных психозов (биполярного, шизоаффективного). При устойчивости депрессии к терапии антидепрессантами добавление к лечению  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  часто оказывает благоприятный эффект. Препараты лития находят применение для профилактики и лечения аффективных нарушений у больных хроническим алкоголизмом. Карбонат лития успешно используется для коррекции нейтропении при лучевой терапии лимфогранулематоза. Препараты лития вызывают усиленную пролиферацию белых клеток крови в костном мозге и могут использоваться при лейкопении. Вызывает интерес наружное применение солей лития при дерматологических заболеваниях, таких как вирусные инфекции, микозы, себорейный дерматит и даже злокачественные опухоли.

В работе синтезированы карбонаты лития, калия и гидрокарбонат натрия. Проведен качественный и количественный анализ полученных веществ, 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 литиевых и натриевых солей угольной кислоты.

УДК 541.1

*Лапушкина М.А., Пингачева Т.В.*

(Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение – гимназия № 6, г. Кимовск Тульской области)

### **ГЛАВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВСЕЛЕННОЙ. ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВОДОРОДОМ В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

Расширение лабораторного практикума при изучении химии в школе повышает интерес учащихся к предмету и способствует лучшему пониманию теоретических основ химических процессов.

Водород и его свойства в соответствии с образовательными программами многих учебно-методических комплексов изучаются в начале курса – в 8 классе. Получение водорода и эксперименты с ним в условиях школьной лаборатории требуют тщательной отработки методики и соблюдения техники безопасности, так как водород с кислородом воздуха образует взрывоопасную смесь. В связи с этим постановка и детальная отработка методики экспериментов по получению водорода и изучению его свойств в условиях школьной лаборатории является актуальной задачей.

Знакомство учащихся с основами химической кинетики происходит в 10-11 классах. Однако влияние различных факторов на скорость химической реакции изучается только качественно. В связи с этим актуальна разработка несложных количественных подходов для оценки скорости реакции и других кинетических параметров.

В данной работе для получения водорода используется реакция между цинком и серной кислотой, проводимая в аппарате Киппа. В ходе работы опытным путём изучены химические и физические свойства водорода. Предложена и отработана методика занимательных экспериментов с водородом: надувание мыльных пузырей и воздушных шариков.

Кроме того, предложена методика оценки скорости гетерогенной реакции по массе выделившегося газа. По результатам экспериментов определено примерное значение энергии активации исследуемой реакции.

УДК 66.097.3 : 661.721

*Абызова Е.В., Глевко Е.В. Фатеева Н.В., Мецзяков Г.В.*  
(Новомосковский институт (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА ДЛЯ РЕАКТОРОВ С ВЫХОДОМ ПРОДУКТОВ БОЛЕЕ 5%**

Синтез метанола характеризуется выделением большого количества тепла при протекании экзотермических реакций и узким температурным интервалом, в котором протекает образование целевого продукта. В связи с этим к процессам синтеза метанола предъявляются повышенные требования по обеспечению температурного режима. В настоящее время ведутся разработки процессов синтеза метанола с выходом продуктов более пяти объемных процентов.

Одним из перспективных направлений по обеспечению температурного режима является применение катализаторов с различным содержанием активной массы на различных стадиях процесса.

Катализаторы для синтеза метанола получали нанесением контактной массы на износостойчивый при раздавливании и истирании алюмообратный и хромоалюмообратный носители с последующей сушкой и прокаливанием гранул.

Носитель пропитывали раствором азотнокислых солей, состоящих из нитратов меди, цинка и хрома с добавлением щавелевой кислоты.

Соотношение компонентов в пропиточном растворе принимали в соответствии с поставленной задачей. Изменяя число пропиток достигали необходимого содержания контактной массы в катализаторе. Полученные катализаторы с различной активностью располагали в реакторе на разном уровне, что обеспечивает оптимальный теплосъем.

УДК 66.097.3

*Казаков П.А., Гоголева И.М., Фатеева Н.В., Мецзяков Г.В.*  
(Новомосковский институт (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПРОИЗВОДСТВО МЕТАНОЛА БЕЗ РЕЦИКЛА**

Схема производства синтеза метанола без рецикла представляет собой каскад последовательных агрегатов. В агрегат входят реактор, рекуперативный теплообменник, холодильник-конденсатор и сепаратор.

Свежий синтез-газ подается в первый агрегат предварительно подогретым в рекуперативном теплообменнике до температуры начала реакции газом, выходящим из реактора, в который потом и подается.

Выходящие после рекуперативного теплообменника газы поступают в холодильник-конденсатор, где происходит конденсация воды и метанола. Газ отделяется от жидкой фазы в сепараторе и подается на вход второго агрегата, где процесс повторяется. Расход синтез-газа на входе каждого последующего

агрегата меньше его расхода на входе предыдущего. Это связано с тем, что расход газовой смеси на выходе уменьшается за счет протекания реакции и за счет отбора образовавшегося метанола и воды.

Если в синтез-газе, поступающим на вход реактора, отсутствуют вода и метанол, то количество образовавшихся данным реакторе паров в единицу времени, отнесенное к расходу синтез-газа на выходе из реактора, равны объемным концентрациям метанола и водяных паров на выходе из реактора. Таким образом, расход синтез-газа на входе в последующий реактор можно рассчитать через расход на входе предыдущего реактора или через расход на входе первого реактора.

Кроме изменения расхода происходит изменение состава синтез-газа. Эти изменения расхода и состава приводят к уменьшению количества катализатора, загружаемого в реактор, а следовательно к уменьшению геометрических размеров аппаратов, входящих в агрегат.

УДК 66.061.34:615.322

*Щеколдина З.Н., Кизим Н.Ф.*

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

### **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЭКСТРАГИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БАВ ПЛОДОВ CRATAEGUS**

Экстрагирование растительного материала, имеющего клеточную структуру, является сложным физико-химическим процессом, на протекание которого оказывают влияние ряд факторов, таких как анатомическое (гистологическое) строение сырья, степень и характер его измельчения, природа экстрагента, разность концентраций веществ в системе, температурный режим, гидродинамические условия и продолжительность экстракции. Содержание определенных групп БАВ в растительном материале в значительной степени зависит от абиотических факторов – прежде всего от климатических условий места произрастания.

В качестве объектов исследования были выбраны плоды боярышника однопестичного (*Crataegus monogyna*) и мягковатого (*Crataegus. submolis*), произрастающих на территории Узловского района (Тульская область), собранные в период октябрь – ноябрь 2016 г.

Содержание дубильных веществ в пересчете на танин определяли перманганатометрически по методике ГФ XI. Установлено, что плоды боярышника однопестичного отличаются более высоким содержанием танина (5,92%), однако при понижении среднесуточной температуры места произрастания количество дубильных веществ уменьшается симбатно в обоих видах.

Количественное определение антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид проводили фотоколориметрическим методом, используя в качестве



экстрагента 1% раствор хлористоводородной кислоты в 95% этиловом спирте. В результате проведенных исследований установлено, что наибольший выход антоцианов (5,40%) характерен для плодов *Crataegus monogyna*, измельченных до частиц размером 0,2 – 0,4 мм, при продолжительности экстрагирования 30 мин.

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**

Экстракция в системе жидкость-жидкость – это сложный гетерофазный процесс, течение которого оказывается зависимым от целого ряда факторов. Изменение хотя бы одного из них может существенно повлиять на ход всего процесса и, как следствие, на количество извлеченного вещества.

Если экстрагируемых веществ несколько, то извлечение каждого из них будет зависеть от распределения других компонентов системы. При многокомпонентном массопереносе имеет место не только диффузионное, но и гидродинамическое взаимодействие. Поэтому оптимизация экстракции в системах сложного состава требует разработки теоретических и эмпирических методов расчета не только термодинамических, но и кинетических параметров. Для этого необходимы данные по индивидуальной и совместной экстракции веществ.

Целью настоящего исследования являлось изучение взаимного влияния фосфорной и азотной кислот при их совместной экстракции раствором три-*n*-бутилфосфата.

В сообщении представлены результаты исследований экстракции фосфорной и азотной кислот в интервале концентраций в насыщающей водной фазе 6 - 14,5 М ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) и 1 - 3 М ( $\text{HNO}_3$ ). Экстракция осуществлялась 0,1 М раствором три-*n*-бутилфосфата в толуоле при соотношении водной и органической фаз 1:1.

Установлено, что при введении азотной кислоты в насыщающую водную фазу, содержащую фосфорную кислоту, происходит значительно увеличение переноса азотной кислоты, т.е. фосфорная кислота выступает в качестве высаливателя. Одновременно с этим происходит заметное подавление переноса фосфорной кислоты более сильной азотной кислотой.

УДК 66.012

*Назаров Д.С., Рассохина Л.Ю.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА**

2017 год в России объявлен годом экологии. Цель этого решения, в первую очередь направлена на улучшение состояние экологической безопасности страны.

Не секрет, что вопросы экологии и энерго-, ресурсосбережения тесно связаны. Нерациональное использование энергии и сырья наносит вред не только окружающей среде, но и экономике страны в целом.

Химическое производство принадлежит к числу самых энергоемких. Энергоэффективность – именно тот показатель, благодаря которому можно повысить качественные характеристики и снизить цену потребления изделия.

Процесс производства аммиака характеризуется большой энергоемкостью, что является главным его недостатком. В среднем, энергозатраты на производство аммиака составляют порядка 70%. Одним из вариантов решения, направленных на снижение энергоемкости производства аммиака, является применение двух давлений на стадии синтеза.

Ключевой инновацией технологии с двумя степенями давления является внедрение дополнительного однопроходного реактора синтеза аммиака, расположенного перед традиционным контуром синтеза аммиака высокого давления.

Конверсия происходит следующим образом: азото-водородная смесь (АВС) после 3 ступени компрессора с  $P=160$  атм и  $T=120$ , пройдя предварительный нагреватель, направляется в дополнительную колонну синтеза. Здесь на НТК происходит образование аммиака со степенью превращения около 25%. Далее, после отделения аммиака, газ поступает в 4 ступень компрессора, где дожимается до  $P=300$  атм и отправляется в действующий узел синтеза аммиака.

В результате модернизации достигается:

1. Увеличение мощности производства более чем в 2 раза с использованием того же кол-ва АВС.
2. Уменьшение затрат энергии в 1,5 раза на дожати в 4 ступени.
3. Модернизацию можно проводить без остановки производства.

УДК 528.4

*Подколзин А.А., Дороховская К.С.*

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

## **ИЗОБРАЖЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

(др.-греч. *pos* - место и *γράφω* - пишу) - наука, изучающая методы изображения географических и геометрических элементов местности на основе съёмочных работ (наземных, с воздуха или из космоса) и создания на их основе топографических карт и планов. Первые съёмочные работы для изготовления топографических карт были выполнены в 16 веке.

В сферу интересов топографии входят вопросы содержания топографических карт, методики их составления и обновления, вопросы их точности и классификации, извлечение из них различной информации о местности. В зависимости от особенностей поверхности разрабатывают топографические планы, мелкомасштабные, среднемасштабные и крупномасштабные карты.

- одна из координат в трёхмерном геопространстве (две другие - широта и долгота), показывающая, на каком уровне относительно принятого за ноль уровня моря находится тот или иной объект. В России высоты точек земной поверхности над уровнем моря отсчитывают от среднеоголетнего уровня Балтийского моря, зафиксированного отметкой на Кронштадтском футштоке.

Любая карта читается при помощи условных обозначений. Они разделяются на группы: рельеф - коричневым цветом; скалы и камни - черным; гидрография - голубым; растительность (зеленый, белый); искусственные сооружения (красный, оранжевый, черный). Элементы рельефа - наиболее объективные и достоверные ориентиры, наиболее стабильные, их очертания остаются неизменными долгое время.

Способов изображения рельефа достаточно много:

1) горизонтали - линии, соединяющие точки с одинаковой абсолютной высотой над уровнем моря. Подразделяются на основные, утолщённые (каждая пятая горизонталь) и дополнительные горизонталы (между основными), которые изображаются штриховой линией. Бергштрих - показывает направление стока воды. На картах указано, через сколько метров проведены горизонтали. Чем чаще проведены горизонтали, тем круче склон;

2) дополнительные специальные знаки - для обозначения ям, воронок, обрывов, скал и т.д. На туристических схемах используются общепринятые знаки для обозначения вершин, хребтов, перевалов;

3) послышная окраска, используется вместе с горизонталями. Каждый последующий слой закрашивается всё более темным цветом: горы - от жёлтого до темно-коричневого; равнины - от жёлтого до темно-зелёного (низменности);

4) отмывка - оттенение скатов неровности (тьнь накладывается серой краской обычно на восточные и южные склоны).

*Научное издание*

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

ЧАСТЬ 2

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать 04.05.2017 г. Формат 60х84<sup>1/16</sup>

Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 4,3. Уч.- изд. л. 3,1.

Тираж 50 экз. Заказ №

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

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр

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

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