



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сборник материалов VII Всероссийской конференции  
с международным участием  
г. Чебоксары, 19-20 апреля 2018 г.

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

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

Сборник материалов VII Всероссийской конференции  
с международным участием  
г. Чебоксары, 19-20 апреля 2018 г.

Чебоксары  
2018

УДК 66–93(082)  
ББК Л11я43  
А43

*Редакционная коллегия:*

К.В. Липин (отв. редактор), Т.Г. Константинова, О.Е. Насакин

**А43** **Актуальные** вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: сб. материалов VII Всерос. конф. с междунар. участием. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. – 202 с.

ISBN 978-5-7677-2658-5

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

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

ISBN 978-5-7677-2658-5

УДК 66–93(082)  
ББК Л11я43  
© Издательство  
Чувашского  
университета, 2018

## **Организационный комитет конференции**

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

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

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

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

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

**Константинова Т.Г.** – к.х.н., зав. кафедрой химической технологии и защиты окружающей среды ЧГУ им. И.Н. Ульянова.

## **Ответственный секретарь**

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

# **СЕКЦИЯ 1**

## *Малоотходные и безотходные технологии*

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ИНУЛИНА ИЗ ТОПИНАМБУРА**

**Белова Т.В., Васильева С.Ю., Егоров П.А.,  
Лялин Г.С., Насакин О.Е.**

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.  
Ульянова», Чебоксары, Московский пр.15;  
escoran21@inbox.ru*

Ключевые слова, инулин, топинамбур, выделение, методика.

Сахарный диабет (СД) актуален для 3% населения мира. Ежегодный рост соответствует показателям ориентировочно 6-10%. Примерно каждые 15 лет удваивается число заболевших СД. Общий показатель численности больных СД в мире составляет порядка свыше 200 миллионов человек. Таким образом, он является одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством в целом и РФ в частности.

Топинамбур (Т) - один из немногих природных источников инулина, который с одной стороны имеет высочайшую продуктивность и не чувствительность к качеству почв произрастания особенно полезен больным СД, как заменитель сахара. Т. - сырье для производства физиологически ценной продукции – инулина (И). Степень его полимеризации варьирует от 2 до 100, что важно для его медицинского применения, при этом длина цепи и дисперсность зависят от вида растения. В И, выделенном из другой культуры - цикория, степень полимеризации изменяется в пределах от 2 до 60. Особое значение имеет особо чистый - медицинский инулин. Он способствует усвоению витаминов и минералов в организме улучшает обмен липидов - холестерина, триглицеридов и фосфолипидов в крови. Среднесуточное потребление И и пектина в развитых странах 8-14 граммов (норма - не менее 6 г). Именно недостатком инулина и его производных в потребительской корзине граждан России можно частично объяснить 10 миллионов больных сахарным диабетом в нашей стране

Особое значение имеет особо чистый - медицинский инулин. Недостатком инулина и его производных в потребительской корзине граждан России можно частично объяснить 10 миллионов больных сахарным диабетом в нашей стране

Мы модифицировали методику получения инулина. Пример. Выжимали 500 мл сока на бытовой соковыжималке (рН 6,38), экстрагировали И в проточном ультразвуковом кавитационном реакторе с кольцевыми акустическими трансформаторами. Далее растворяли И в

горячей воде к полученному соку прибавляли 600 мл нагретой до кипения воды (1:1), подогревали до 75-80°C, затем добавляли 65 г карбоната кальция и нагревали при постоянном перемешивании 80 мин при 80-85°C на масляной бане. Горячую смесь фильтровали через слой бязи. Фильтр промывали 200 мл горячей воды (80°C). Полученный фильтрат упаривали на водяной бане при 70°C или под вакуумом до объема 270 мл (рН 7). Упаренный раствор кристаллизовали в холодильнике при 3-4°C на 6 суток. В результате выпадал осадок серого цвета неочищенного инулина. Влажные выжимки, оставшиеся после отделения сока (около 550 г), экстрагировали дважды водой порциями по 1,6 л при 80°C в течение 60 мин, и отжимают через бязь в горячем виде. Получали 3,2 л водного извлечения из выжимок (рН 6,6). К горячему упаренному раствору добавляли 55 г карбоната кальция и нагревали при 80-85°C при постоянном перемешивании 1 час с последующей фильтрацией через слой бязи, фильтр промывают горячей водой 85°C. Затем опять фильтрат упаривали при 80°C под вакуумом до объема 300 мл (рН 6,5 - 7,5). Упаренный и охлажденный до комнатной температуры фильтрат разбавляли 96%-ный спиртом 1: 1 (инулин не растворяется в спирте) и кристаллизовали в холодильнике при 4°C на 5 суток, получали осадок сырого инулина светло-серого цвета.

Осадки сырого инулина отделяли фильтрованием и объединяли, затем растворяли в минимальном объеме горячей воды при 80°C. Раствор фильтровали через хлопчатобумажную ткань, осадок на фильтре промывали 35 мл горячей воды (80°C), охлаждали до 40°C и пропускали со скоростью 1 капля в секунду через колонку с анионитом в ОН<sup>-</sup>-форме. Колонку брали диаметром 3 см, высотой 20 см. Массу сухого анионита в количестве 50 г, замачивали в 1 н. растворе гидроксида натрия, затем промывали дистиллированной водой, после загружали в колонку в виде суспензии в воде и отмывали до нейтральной реакции по фенолфталеину. Колонку промывали водой при 45°C, собирали 350 мл элюата (рН=10,2). К элюату прибавляли 125 г оксида алюминия, нагревали на электроплитке с асбестовой сеткой при 75°C при постоянном перемешивании 30 мин. Фильтровали горячую смесь через слой бязи. Фильтр промывали 100 мл горячей воды при 75°C. Собирали 350 мл фильтрата 18 г чистого порошка инулина с влажностью 10% и удельным вращением  $D = -36,5$ . Выход воздушно-сухого инулина составлял 92% из расчета на сухое сырье.

# К ВОПРОСУ БЕЗОТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО РУТИЛА НА БАЗЕ ЛЕЙКОКСЕНОВЫХ ПЕСЧАНИКОВ ЯРЕГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Заблоцкая Ю.В., Садыхов Г.Б.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН,  
119991 Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 49;  
[nboxclear@gmail.com](mailto:nboxclear@gmail.com)*

Ключевые слова: искусственный рутил, Ярегское месторождение

Ярегское месторождение лейкоксеновых песчаников является одним из крупнейших в России. Разработка данного месторождения проводилась с 1958 года ведущими научными организациями СССР в различных направлениях. В результате получены флотационные титановые концентраты, содержащие 48-52%  $TiO_2$ , 35-40%  $SiO_2$ , которые перерабатывали традиционными для титанового сырья способами. Однако все предложенные способы предполагали использование в большом объеме экологически вредных реагентов и характеризовались значительными потоками отходов.

В ИМЕТ РАН был разработан альтернативный гидрометаллургический способ комплексной переработки данного сырья с получением искусственного рутила. Флотационный лейкоксеновый концентрат после предварительного магнетизирующего обжига и магнитной сепарации, в результате чего происходит удаление части кварца и обогащение концентрата по  $TiO_2$  (до 63-67%), подвергают автоклавному выщелачиванию известковым молоком ( $CaO/SiO_2=1$ ) для глубокого обескремнивания. Процесс осуществляется в области температур 200-220°C в присутствии NaOH, выступающей только в качестве инициатора. В результате происходит растворение  $SiO_2$  с образованием растворимого  $Na_2SiO_3$  и последующим его связыванием в  $CaSiO_3 \cdot nH_2O$ . После его термической обработке происходит кристаллизация волластонита с игольчатой структурой.

Полученный в этих условиях искусственный рутил содержит 92-93%  $TiO_2$ , 1,5-2,5%  $SiO_2$ , что делает его качественным сырьем при производстве титана и пигментного  $TiO_2$  хлорным способом. Таким образом, реализация предложенного способа позволит на базе Ярегского месторождения организовать экологически чистое безотходное производство искусственного рутила с попутным получением волластонита.



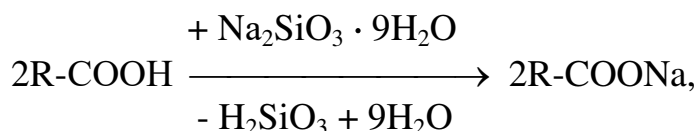
# ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Заживихина Е.И., Смирнова С.Н., Маркова С.А.

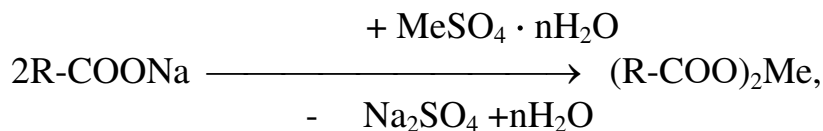
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[eiz@mail.ru](mailto:eiz@mail.ru)

Ключевые слова: малоотходное производство, талловое масло, смоляные и жирные кислоты, сернокислые соли, метод осаждения

Безотходные технологии – производственные технологические процессы, в которых достигается минимальный объем твердых, жидких, газообразных отходов и выбросов. Создать производство полностью безотходным невозможно, поэтому предполагается, что более речь может идти о малоотходных ресурсосберегающих технологиях. Талловое масло – продукт сульфат-целлюлозного производства, получают из смолистых веществ хвойных и лиственных пород деревьев. Основные компоненты таллового масла – смоляные высшие ненасыщенные кислоты жирного ряда. Большой интерес представляют биологически активные вещества серии «бальзам», в том числе таллового масла. Нами разработана схема получения препарата «Таллаты микроэлементов», при которой использовали талловое масло, девятиводный метасиликат натрия, сернокислые соли микроэлементов. Препарат получали в две стадии методом осаждения:



где R-COONa – смоляные и ненасыщенные жирные кислоты таллового масла



где Me – Fe<sup>+2</sup>, Cu<sup>+2</sup>, Zn<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup>, Co<sup>+2</sup>

Таллаты микроэлементов представляют собой продукты полного или частичного замещения металлами водородного атома кислот таллового масла. Использование в качестве щелочного реагента девятиводного метасиликата натрия (вместо едкого натра и соды) способствует образованию дисперсных микроэлементных солей таллового масла. Препарат «Таллаты микроэлементов» - смесь солей железа, меди, цинка, марганца, кобальта на основе смоляных (абиетиновой) и высших ненасыщенных жирных (главным образом,

олеиновой и незаменимых линолевой и линоленовой) кислот таллового масла. 1 г препарата «Таллаты микроэлементов» содержит, мг: Fe – 36,6; Cu – 16,4; Zn -16,6; Mn – 14,4 и Co – 7,7. «Таллаты микроэлементов» представляет собой порошок от светло- до темно-коричневого цвета (в зависимости от соотношения микроэлементов в препарате), без запаха, плотностью 0,61-0,65 г/см<sup>3</sup>, кислотное число – 0-10 мг КОН, не растворим в воде, растворим во многих органических растворителях, маслах. Методом рентгено-фазового анализа установлено, что таллаты микроэлементов являются аморфными веществами. Методом дифференциально-термического анализа выявлены экзо- и эндотермические превращения, происходящие в исходных солях и таллатах микроэлементов. Сульфат-целлюлозное производство – пример малоотходной технологии.

1. Тремасов П.И., Заживихина Е.И., Маркова С.А., Ситулина И.Г., Киселев И.М. Применение некоторых абиекатов металлов для повышения продуктивности в сельском хозяйстве // Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 1997. –С.229-231.

2. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. О биологической роли абиеката натрия // Современные проблемы химии и защиты окружающей среды: Материалы регион. науч.-практич. конференции, посвященной 40-летию ЧГУ. – Чебоксары, 2007. – С. 94-95.

3. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Применение биологически активных веществ на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // Химический комплекс – научное кадровое обеспечение в XXI веке. Проблемы и решения. Международная науч.-практич. конференция. Сборник статей по материалам конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2000. –С. 287-289.

4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Биологическая роль препарата «Сувар» для крупного рогатого скота // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Материалы 3-ей Российской биогеохимической школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000. – Новосибирск. – С.252.

5. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Основные лесохимические продукты, используемые для МЭП // Наука в XXI веке: Тезисы докладов республиканской науч.-практич. конференции по химии. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. -С. 84-85.

6. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Усовершенствованный способ получения микроэлементного препарата «Сувар» на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ 2005: Матеріали Міжнародної науково-прктичної конференції «Наука та інновації – 2005. Том 2. Біологія, хімія та хімічні технології. Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2005. –С. 65-67.

7. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Комплексное применение препарата «Бальзам-ЭКБ» с микроэлементным препаратом «Сувар» // Глобальные проблемы экологизации в Европейском сообществе: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 10-летию образования Международного информационно-экологического парламента. – Казань, 28-29 сентября 2006. -С. 200-201.

# КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ ФТОРИЗОПРОПАНА

Котомкин А.В., Русакова Н.П., Чернова Е.М.,  
Туровцев В.В., Орлов Ю.Д.

ФГБОУ ВО Тверской государственный университет; 170100, Тверская область, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33;

Ключевые слова: квантовая теория атомов в молекуле, электроотрицательность, электронная плотность, фторалканы

Фторзамещенные соединения нашли широкое применение в промышленности. Синтез новых высокотехнологичных материалов с заранее заданными свойствами требует знания их электронного строения. Целью работы является изучение электронного строения фторизопропана  $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-CH}_2\text{F}$  и анализ явлений, возникающих при замещении атома водорода в  $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$  на фтор.

Равновесная геометрия и распределение электронной плотности  $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-CH}_2\text{F}$  были найдены с помощью программы GAUSSIAN 03 методом V3LYP/6-311++G(3df,3pd) [1]. Заряды  $q$  и объемы  $V$  «топологических» атомов были вычислены в рамках «квантовой теории атомов в молекулах» QTAIM [2] с использованием программы AIMALL [3] и суммированы в параметры групп  $q(R)$  и  $V(R)$ , погрешность расчёта составила не более 0,001 а.е. и 0,1  $\text{Å}^3$  соответственно. Результаты квантовохимических расчётов изопропана взяты из работы [4].

Электронные параметры	$R = \text{CH}_2\text{F}$				$R = \text{CH}_3$	
	CH	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> F	C	CH <sub>3</sub>
$q(R)$ , а.е.	0,083	-0,004	0,010	-0,088	0,072	-0,024
$V(R)$ , $\text{Å}^3$	14,5	32,6	32,3	38,3	14,7	32,8

Таблица. Заряды  $q(R)$  и объемы  $V(R)$  групп для  $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-R}$ , где  $R = \text{CH}_2\text{F}$ ,  $\text{CH}_3$

Сравнение электронных характеристик структурных фрагментов в изо- и фторизопропане (Таблица) показало, что электронная плотность в  $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-CH}_2\text{F}$  сильно смещена к более электроотрицательному фтору. Это приводит к увеличению заряда групп C и  $\text{CH}_3$  и уменьшению их объема по сравнению с таковыми в изопропане.

1. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. et al. Gaussian 03 (Revision E 0,1 SMP), Gaussian Inc., Pittsburgh PA, 2007,

2. Бейдер Р, Атомы в молекулах: Квантовая теория, М.: Мир, 2001, 532 с,

3. AIMAll (Version 11.09.18. Professional), Todd A. Keith, 2010 <http://aim.tkgristmill.com>

4. Туровцев В.В., Орлов Ю.Д.// Журн. физ. химии. 2010. Т. 84. № 7. с. 1296-1303.

## АНИОНИТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ АНИОННОГО ПАВ (НЕКАЛЯ)

Куренкова О.В.

*Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
Кадетский корпус (инженерная школа), 394064, Россия, г. Воронеж,  
ул. Старых Большевиков, 54 «А»;  
[kovov84@mail.ru](mailto:kovov84@mail.ru)*

Ключевые слова: сточные воды, анионные ПАВ, сорбция

В настоящее время поверхностно-активные вещества относятся к наиболее распространенному типу загрязнений природных вод. Источник их поступления в природные воды – сточные воды производства синтетического каучука. Очистка от некаля возможна сорбционным способом. До появления синтетических ионообменников для удаления различных органических веществ этой целью использовались активные угли (АУ). Однако анионоактивные вещества, которые представляют собой отрицательно заряженные частицы, поглощаются в очень малых количествах. В связи с этим нами исследована сорбционная активность анионитов разного типа методом изучения равновесия поглощения некаля. Оказалось, что изотермы адсорбции некаля низкоосновными анионитами имеют форму изотерм Ленгмюра, причем наиболее органомемким оказался анионит AD-41.

### Сорбционная емкость анионитов по некалю. T= 296 К

Показатель	Анионит в С1-форме			
	WofatitAD-41	PuroliteA100	AB-17-2П	AB-29-12П
а, ммоль/г	1,10	0,65	0,42	0,15
ПОЕ, ммольэкв/г	8,14	4,83	3,16	2,70
Влагоемкость, г Н <sub>2</sub> О/г	1,60	1,20	2,85	1,10

Как видно, прослеживается вполне определенная корреляция сорбционной емкости (а) с величиной полной обменной емкости, то есть с количеством функциональных групп в ионите, но отсутствует корреляция с влагоемкостью анионитов. Нами выявлены оптимальные условия использования анионита AD-41, которые обуславливают высокие кинетические характеристики и сорбционную емкость некаля в динамических условиях. Проведены ресурсные испытания (15 циклов сорбции-десорбции) анионита с эффективностью очистки 95-98 %.

# ОДНОСТАДИЙНАЯ РЕАКЦИЯ КРАСНОГО ФОСФОРА, СЕРЫ, ХИРАЛЬНЫХ СПИРТОВ И АЗОТИСТЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

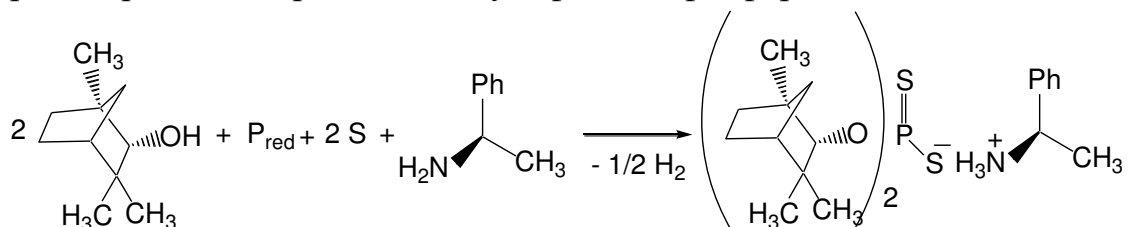
Тимушев И.Д.,<sup>1</sup> Шильникова О.В.,<sup>1</sup> Низамов И.С.,<sup>1,2</sup>  
Низамов И.Д.,<sup>1</sup> Батыева Э.С.,<sup>2</sup> Черкасов Р.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18.

<sup>2</sup>ИОФХ им. А.Е. Арбузова - обособленное структурное подразделение  
ФИЦ КазНЦ РАН, 420088, Россия, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8;  
[isnizamov@mail.ru](mailto:isnizamov@mail.ru)

Ключевые слова: красный фосфор, сера, монотерпенолы, дитиофосфаты аммония

Дитиофосфаты аммония в отличие от соответствующих дитиофосфорных кислот с неприятным запахом представляют собой твердые вещества, практически не имеют запаха и удобны в экспериментальной работе. При введении асимметрических центров в дитиофосфатные анионы и в органические заместители в аммониевом катионе в дитиофосфатах аммония ожидается создание оптически активных ионных жидкостей, перспективных в качестве новых антимикробных препаратов. В качестве источника хиральности использованы монотерпеновые спирты [(*S*)-(-)-ментол, (*R*)-(+)-ментол, (*1S*)-эндо-(-)-борнеол, *1R*-эндо-(+)-фенхильный спирт и (*1S,2S,3S,5R*)-(+)-изопинокамфеол]. Одностадийная реакция красного фосфора и серы с монотерпеновыми спиртами в присутствии аминов (пиперидина, додециламина, гексадециламина, (*S*)-(-)-1-метилбензиламина и (*R*)-(+)-1-метилбензиламина) в мягких условиях завершилась образованием хиральных дитиофосфатов аммония, что предотвращает образование сероводорода как в реакциях с сульфидами фосфора.



В реакции красного фосфора и серы в качестве хиральных спиртов использованы также (*R*)-(+)-1-фенилэтанол, (*S*)-(-)-1-фенилэтанол и (*R,S*)-1-фенилэтанол, которые в присутствии додециламина, гексадециламина, (*S*)-(-)-1-фенилэтиламина, (*R*)-(+)-1-фенилэтиламина и (*R,S*)-1-фенилэтиламина привели к оптически активным О,О-ди(1-фенилэтил)дитиофосфатам аммония.

# МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ БЕЗОТХОДНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Полубояров В.А., Коротаяева З.А., Жданок А.А.

*ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН), 630128, Россия, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18; [v.a.poluboyarov@ngs.ru](mailto:v.a.poluboyarov@ngs.ru)*

Ключевые слова: механохимическая обработка, неорганические нанодобавки, полимерные композиции, полиэтилен

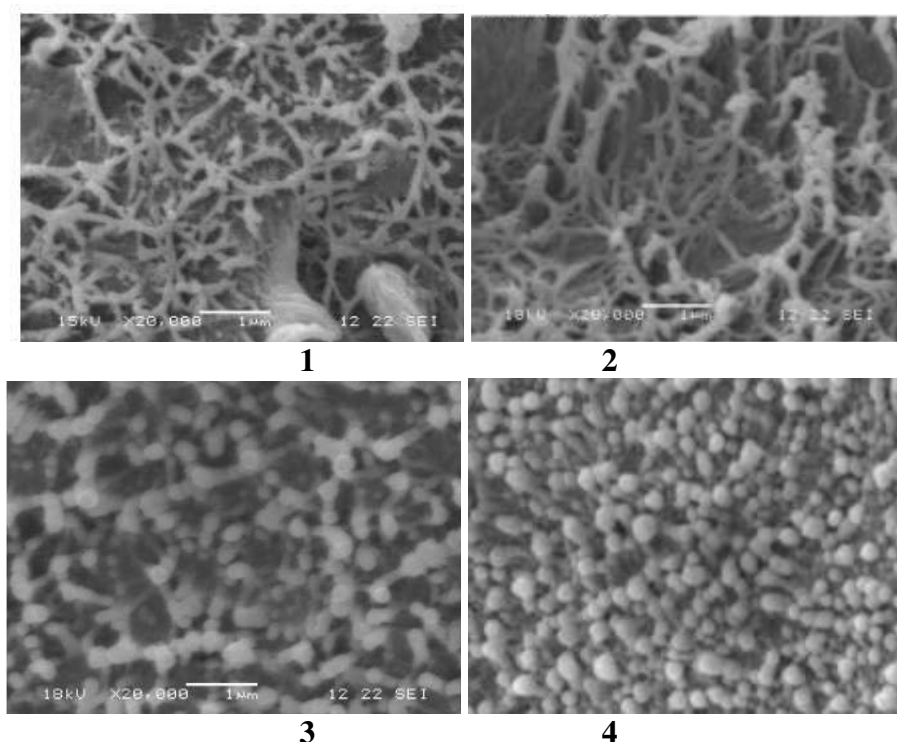
Исследован эффективный механохимический способ получения порошковых композиций на основе полиолефинов и неорганических ультрадисперсных (нанодисперсных) добавок. Из порошковых композиций были получены пленки, исследованы их механические и барьерные свойства.

В настоящее время для получения композитов применяют три основных способа смешения полимеров с ультрадисперсными частицами: 1) диспергированием в растворах; 2) совместной полимеризацией *in-situ*; 3) смешением в расплаве. Полярные полимеры легко смешиваются с наночастицами всеми тремя способами, а для неполярных или слабополярных, таких как полиолефины смешение с гидрофильными частицами осложнено плохим диспергированием. Многочисленные способы получения нанокompозитов, предполагают использование одной или нескольких расслаивающих добавок, сложные способы введения неорганических частиц в расплав или раствор, обязательное получение предварительного композита «неорганическая нанодобавка/органический модификатор», сложные многокомпонентные составы. Этих недостатков лишены механохимические способы получения порошковых композиций полимеров и ультрадисперсных (нанодисперсных) неорганических частиц.

В качестве полимерной матрицы использовали порошки линейного полиэтилена низкой плотности марок «Exxon Mobile™ LLDPE 6101RQ», (далее по тексту – PE); в качестве неорганической составляющей – различные марки нанопорошков CaCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, природного слоистого минерала Na-монтмориллонита (бентонита). Смесь полимера и неорганического порошка (0,01-70 масс. %) обрабатывали в активаторах планетарно-центробежного типа в течение 20-60 секунд, из полученного композита (или дополнительно разбавленного полиэтиленом) различными методами формовали пленки толщиной 40-500 мкм.

На рис. 1 показаны микрофотографии пленок на основе PE с добавками (5% Na-Bent; 0,1% SiO<sub>2</sub>; 1% TiO<sub>2</sub>) и без добавок. Видно, что

композиты кристаллизуются в виде объемных сеток с определенным размером кристаллизационной ячейки.



**Рис. 1. SEM пленок на основе PE: с добавками – 1) 5% Na-Bent; 2) 0,1% SiO<sub>2</sub>; 3) 1% TiO<sub>2</sub>; 4) исходный (x 20000)**

Было обнаружено, что изделия, полученные с использованием предварительной обработки смеси порошков в механохимических активаторах, обладают улучшенными барьерными и физико-механическими свойствами и более низкой себестоимостью. Высококонтрированные композиции можно применять в качестве мастербатчей для модифицирования полимеров, а композиции с низкими концентрациями неорганических добавок (до 10%) можно применять для непосредственного получения пленок и других изделий.

Для пленок на основе PE, содержащих неорганические добавки TiO<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> или бентонита 0,01-5%, газопроницаемость снижается до 30-56%; модуль упругости (вдоль) увеличивается до 24-60%; прочностные характеристики улучшаются до 15%.

Метод позволяет более качественно смешать и равномерно распределить гидрофильные неорганические частицы в гидрофобной матрице полимеров, не применять дополнительно диспергирующие агенты, не использовать растворители, значительно ускорить процессы диспергирования (по сравнению с диспергированием в расплаве) и экструдирования (для смесей, прошедших механохимическую обработку, как правило, достаточно одного прогона через экструдер).

**СЕКЦИЯ 2**  
*Промышленная экология*



# ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ НА СНЕГОСВАЛКЕ Г. ЧЕБОКСАРЫ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ И ГЕОБОТАНИКИ

**Алексеева В.А., Яковлева О.В., Михайлова И.Н.**

*МБОУ «Лицей № 44», 428037, Россия, г. Чебоксары, ул. Баумана, 10;  
ООО «Центр комплексных изысканий», 428005, Россия, г. Чебоксары, ул.  
Гражданская, 75;  
[oleum8352@mail.ru](mailto:oleum8352@mail.ru)*

Ключевые слова: снегосвалка, тест-растения, биоиндикация, геоботаника

В зимнее время загрязненный снег с городских дорог вывозится на снегосвалки. Загрязнения с тающего снега попадают в почвы, поверхностные и подземные воды. Однако снегосвалки остаются основными местами складирования снега в большинстве городов.

Мы изучили снегосвалку в ново-южном районе г. Чебоксары (около кольца очистных сооружений, в сторону р. Кукшум) с помощью выращивания тест-растений [1], сравнения фенотипов клевера ползучего и геоботанических описаний по методике Браун-Бланке.

Два изученных тест-растения: кресс-салат и горох маш, – на почве со снегосвалки прорастали хуже, чем на почве с контрольных участков – со двора и леса. Рост растений также был заметно угнетен, особенно явно различия выявлены по длине корня (в 2,0-4,7 раза).

Биоиндикация по фенотипам клевера [2] выявила на снегосвалке 3 фена. Белый рисунок на листьях, характеризующий загрязненность местообитания, присутствует у 98% листьев на снегосвалке и всего у 4% листьев в контрольной точке (городской лес), у 22% листьев в условном контроле (дворовая территория). По индексу соотношения фенов почва на снегосвалке относится к категории «очень загрязненная», в лесу и во дворе – «очень чистая».

Геоботанические описания по методике Браун-Бланке [3] показали, что травянистый ярус растительности на снегосвалке занимает всего 30% площади по проективному покрытию, а на сопредельной территории – 88%. На снегосвалке выявлено 8 видов растений из 5 семейств, на контрольной территории – 22 вида из 9 семейств. 70% территории снегосвалки занято солью, которой посыпают дороги зимой.

1. Голополосова Т. В. Биоиндикация как метод определения степени загрязнения окружающей природной среды // Тез. докл. XIII Междунар. н.-тех. конф. 2000. С. 64-66.
2. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений. СПб.: СПбГУ, 2004. 266 с.
3. Миркин Б. М., Наумова Л. Г.. Метод классификации растительности по Браун-Бланке в России // Журнал общей биологии. – 2009. – Том 70. – № 1. – Стр. 66–77.

## ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКЕЛЯ (II) В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ МАГНИИ И ГОРНОЙ ПОРОДЕ – КАРНАЛЛИТЕ

**Аскерова З.Г., Залов А.З., Мирзоева М.А., Эфендиева Н.Н.,  
Астанова А.Д., Гахраманова С.Н.**

*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет,  
Химико-биологический факультет, 1000, Баку, Азербайджан, ул. Уз.  
Гаджибекова 68; [zalov1966@mail.ru](mailto:zalov1966@mail.ru)*

Ключевые слова: никел, ксилидин, 2- гидрокси- 5- нитротиофенол, хлороформ

При поиске более совершенных реагентов для определения никеля был исследован 2-гидрокси-5-нитротиофенол (ГНТФ). Наличие –ОН и –SH группы в орто-положении ГНТФ обеспечивает хелатную структуру и способствует образованию соединений с металлами.

Настоящая работа посвящена изучению условий комплексообразования и экстракции никеля (II) с ГНТФ и 2,6-бис-(N,N-диметиламино-метил)-4-метилфенолом (АФ).

Методика. В делительную воронку вводили 0.1-1.0 мл, с интервалом 0.1 мл, исходного раствора Ni(II), 2.0-2.3 мл 0.01 М ГНТФ раствора, 2.0-2.5 мл 0.01М АФ. Объем органической фазы довели до 5 мл хлороформом, а водной фазы – до 20 мл дистиллированной водой. Соотношение объемов водной и органической фаз при экстракции всегда было равно 1:5. Необходимое значение рН устанавливали, добавляя 0.1 М раствора HCl. Спустя 5-8 мин органический слой отделяли и измеряли его оптическую плотность на КФК-2 при 480 нм.

Комплексы никеля (II) с ГНТФ не экстрагируются неполярными органическими растворителями. Опыты, проведенные с использованием КУ-2 и АВ-17, показали, что комплексы с ГНТФ являются анионными. При встряхивании растворов комплексов с ионообменниками они сорбируются анионообменником АВ-17 и не сорбируются катионообменником. При введении в систему АФ наблюдается экстракция комплексов в органическую фазу в виде разнолигандного комплекса (РЛК).

Изучение зависимости комплексообразования от рН показало, что выход РЛК максимален при рН 4,5-6,8 и  $\lambda_{\max} = 480$  нм. Для образования и экстракции РЛК необходимы  $1,2 \times 10^{-3}$  М ГНТФ и  $2 \times 10^{-3}$  М АФ.

Имеются сведения, что растворители типа хлороформа связываются с аминами с помощью водородных связей, вследствие чего сольватируется катионная часть комплекса. Это приводит к увеличению полярности солей аминов в результате устранения внутримолекулярных водородных связей и способствует их экстракции. При экстракции

растворителями ацидокомплексов металлов с аминами большое значение имеет растворимость образованного комплексного соединения в данном растворителе, химическая природа последнего, стерическая доступность и другие факторы. Для экстракции РЛК использованы неводные растворители: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, четыреххлористый углерод, бензол, хлорбензол, толуол, ксилол, изобутанол, изопентанол и диэтиловый эфир. Наилучшими экстрагентами оказались хлороформ, дихлорэтан и четыреххлористый углерод. При однократной экстракции хлороформом извлекается 97.2-98.0% никеля в виде РЛК. Дальнейшие исследования проводили с хлороформом. Содержание никеля в органической фазе определяли фотометрически – диметилглиоксимом после реэкстракции, а в водной фазе – по разности.

Молярные соотношения ГНТФ и АФ в комплексе, установлены методами относительного выхода, сдвига равновесия и прямой линии. Стехиометрическое соотношение реагирующих компонентов равно Ni:ГНТФ:АФ = 1:2:1. Молярный коэффициент поглощения комплекса вычислен по кривой насыщения ( $\epsilon=3.57 \times 10^4$ ).

Произведенные расчеты показали, что РЛК в органической фазе не полимеризуются и находятся в мономерной форме ( $\gamma=1.02$ ). Экстракты РЛК подчиняются основному закону светопоглощения при концентрациях 0.6-15 мкг/мл. Уравнение градуировочного графика:  $y = 0.01 + 0.016x$ . Предел обнаружения никеля в виде РЛК составляет 0.02 мкг/мл. Для построения градуировочного графика в делительные воронки помещали 0.1-90 мкг стандартного раствора никеля, 3.0 мл 0.01 М ГНТФ и 2 мл 0.025 М АФ в хлороформе. После перемешивания к смеси добавляли 2 мл 0.1 М HCl, разбавляли дистиллированной водой до 25 мл. После расслаивания фаз, отделяли органическую фазу от водной и измеряли светопоглощения экстрактов на КФК-2 ( $l=0.5$  см) при 480 нм.

Для оценки применимости экстрактов РЛК для разделения и определения никеля изучено мешающее влияние посторонних ионов. Установлено, что большие количества щелочных, щелочноземельных элементов, РЗЭ, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> не мешают определению никеля. Мешающее влияние Fe (III) устраняли тиогликолевой кислотой, Ti (IV) – аскорбиновой кислотой, Cu (II) – тиомочевинной, а Mo (VI) и Nb (V) – оксалат ионом. При использовании 0,01 М раствора ЭДТА определению не мешают Ti (IV), V (IV), Nb (V), Ta (V), Mo (VI) и Fe (III).

Разработанная методика применена для определения никеля в магниевых материалах [(Найдено:  $(7.652 \pm 0.01) \times 10^{-4}$ ); Введено: 0.001; Найдено:  $(1.17653 \pm 0.02) \times 10^{-3}$ ; ( $S_r=0.014$ ); ( $n=6$ ;  $p=0.95$ ),%] и в горной породе – карналлите [(Найдено:  $(1.8710 \pm 0,01) \times 10^{-4}$ ); Введено: 0.001; Найдено:  $(1.18720 \pm 0.02) \times 10^{-3}$ ; ( $S_r=0.013$ ); ( $n=6$ ;  $p=0.95$ ),%].

## ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Борисов Д.В., Кручина Е.Б., Макарова А.С., Федосеев А.Н.**

*ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., д. 9;  
[lbj23.98@mail.ru](mailto:lbj23.98@mail.ru)*

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, моделирование, химические вещества

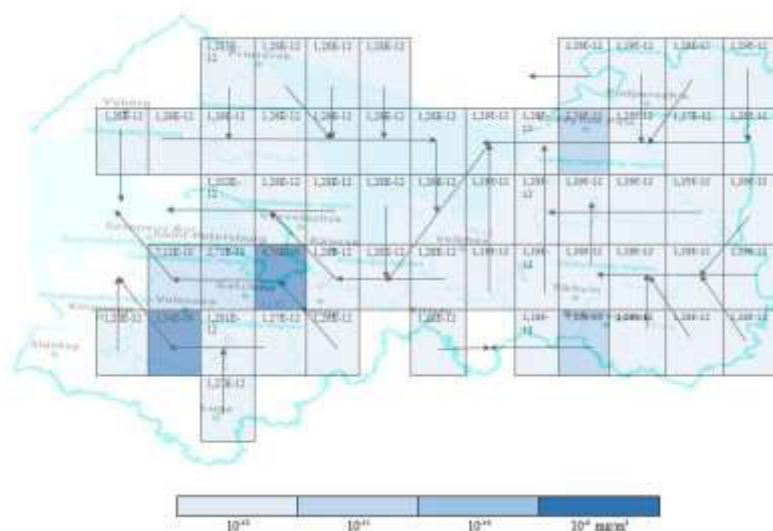
Антропогенное химическое загрязнение окружающей среды один из рисков негативного воздействия на окружающую среду и организм человека. Для оценки риска необходима информация о концентрациях химических веществ в компонентах окружающей среды (воздух, почва, вода и др.), а для экономически и экологически эффективного управления рисками, поддержки принятия решений и недопущения излишнего давления на бизнес необходима информация, как может измениться концентрация этих веществ вследствие принятия различных организационных и регуляторных мер. Использование для решения описанных выше задач инструментов мониторинга может быть эффективным, но дорогостоящим. Другим инструментом подобного анализа концентраций является моделирование. Преимущество этого метода заключается в относительной скорости и простоте исследований. Еще одним преимуществом является возможность рассмотреть миграцию и накопления химических веществ в глобальных масштабах, а не только в конкретной узкоограниченной территории присутствия объекта воздействия.

Разработано несколько моделей, описывающих поведение химических веществ в окружающей среде, которые используются для оценок химической нагрузки в глобальном и региональном масштабах: уровне стран или даже целых регионов. Однако имеющиеся исследования и модели (такие как, например, модель и программный комплекс: USEtox) практически не оценивают направленное перемещение веществ с водными массами, которое наиболее значимо для гидросферы [1]. Очевидно, что учет перемещения загрязнителей с водными массами позволяет повысить точность расчетов.

Однако, в данный момент модели, которые учитывали бы детализацию выбросов источников и отвечали широкому географическому охвату территорий с учетом глобального и локального уровней выбросов практически не используются. Единственным

исключением является недавно разработанная мультимедийная многоканальная модель Rangepa, которая была применена для решения проблем, связанных с источниками выбросов, но не проверена на соответствие тематическим исследованиям, в которых рассматриваются вопросы, связанные с загрязнением окружающей среды и учитывающие перспективы источника и приемника [2].

В данной работе представлен подход к оценке содержания химических веществ, являющихся приоритетными загрязнителями окружающей среды, а также для оценки риска негативного воздействия на окружающую среду (воздух городских и сельских территорий, вода пресных и морских водоемов, сельскохозяйственная почва и другие типы почв) и организм человека. Расчеты проводятся в глобальном и/ли региональном масштабах с использованием модифицированной модели USEtox, которая разработана при поддержке ЮНЕП и позиционируется в мире как научно-обоснованная модель. Предложенная модификация модели позволяет учесть направленный перенос химических веществ с водными массами пресноводных объектов. В представляемой работе расчеты выполнены для Ленинградской области, для которой проводилась оценка содержания и поступления в море тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду с выбросами и сбросами промышленных предприятий Ленинградской области и являющихся объектом контроля в рамках Хельсинской конвенции.



**Рис. 1. Содержание в граммах  $\text{Sn}^{2+}$  в воздухе Ленинградской области**

1) Potting J, Blok K. Spatial aspects of life-cycle impact assessment. In: Udo de Haes HA, Jensen AA, Klöpffer W, Lindfors L-G (eds) Integrating impact assessment into LCA. Society of Environmental Toxicology Chemistry. Brussels: SETAC; 1994. p. 91–98.

2) Cedric Wannaz, Peter Fantke, Joe Lane, Olivier Jolliet Source-to-exposure assessment with the Pangea multi-scale framework – case study in Australia (Paper) / Cedric Wannaz and etc.// Environ. Sci.: Processes Impacts.-2018.-№ 20.- p. 133-144.

## КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ В ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Васильева Е.Г., Макарова А.С., Гончарова А.В.**

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., 9;  
[go\\_ncharova@bk.ru](mailto:go_ncharova@bk.ru)*

Ключевые слова: экология, культура безопасности, промышленные предприятия

Культура безопасности – совокупность формальных и неформальных знаний, умений, представлений в определенном коллективе, в рамках определенной области работы. Изменение культуры безопасности на предприятии напрямую связано с людскими ресурсами. На многих предприятиях химической промышленности, в рамках экологического менеджмента, используется программа по управлению людскими ресурсами «Responsible Care» («Ответственная забота»). Кроме «Responsible Care» в мире также созданы и используются программы «Kaizen» («Кайдзен»), «Six Sigma» («6 сигм»), «5S» и прочие. Однако, все перечисленные основные программы по управлению людскими ресурсами созданы не в России («Responsible Care» - Канада, «Кайдзен», «6 сигм», «5S» - Япония) и слабо адаптированы к российским реалиям.

Нами разработана программа, адаптированная к России, российскому бизнесу, российским реалиям и российскому химическому производству. В настоящее время, программа реализуется на ЗАО НПК «ЯрЛИ», г.Ярославль.

Программа включает в себя:

- проведение опроса сотрудников (с учетом специфики предприятия);
- проведение соревнований между подразделениями или внутри подразделения и анализ результатов;
- внедрение лучших предложений по повышению уровня культуры безопасности на предприятии и пр.





Рис.1. Организация соревнований в области охраны окружающей среды, здоровья, безопасности и социальной ответственности



Рис.2. Параметры оценки уровня деятельности предприятий в области охраны окружающей среды, здоровья, безопасности и социальной ответственности

# МОДЕЛИРОВАНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА

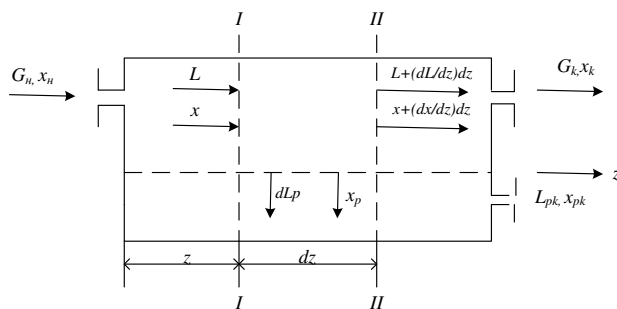
**Доан М.К., Ву Т.Х., Голованчиков А.Б.**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, проспект Ленина, дом 28;  
[victorydoan@yandex.ru](mailto:victorydoan@yandex.ru)*

Ключевые слова: ультрафильтрация, материальный баланс, степень концентрирования

Рассмотрены физическая и математическая модели процесса ультрафильтрации с опорой на дифференциальные уравнения материального баланса по ретанту, пермеату (фильтрату) и концентрациям растворенного в них вещества. Получены уравнения для профилей концентраций растворенного вещества по длине мембраны в ретанте и пермеате. Приведен пример расчета с выходом на производительность по ретанту и пермеату, концентрациям в них молекул растворенного вещества, поверхности и длины мембраны. Показана возможность отбора пермеата высокой чистоты на входе при секционировании подмембранного объема в зоне движения пермеата.

Схема ультрафильтрационного аппарата с материальными потоками и их концентрациями на входе, выходе и внутри аппарата представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1- Схема ультрафильтрационного аппарата с материальными потоками и их концентрациями на входе, выходе и внутри аппарата**

Общий элементарный материальный баланс имеет вид:

$$L = (L + \frac{dL}{dz} dz) + bgdz$$

с граничными условиями

$$z=0, L=G_n$$

$$L=G_n - bgz. \quad (1)$$

Элементарный материальный баланс по растворенному веществ:

$$Lx = (L + \frac{dL}{dz} dz)(x + \frac{dx}{dz} dz) + x_p dL_p$$

с учетом уравнения (1) принимает вид:



$$-bgx + (G_n - bgz) \frac{dx}{dz} + bgx_p \quad (2)$$

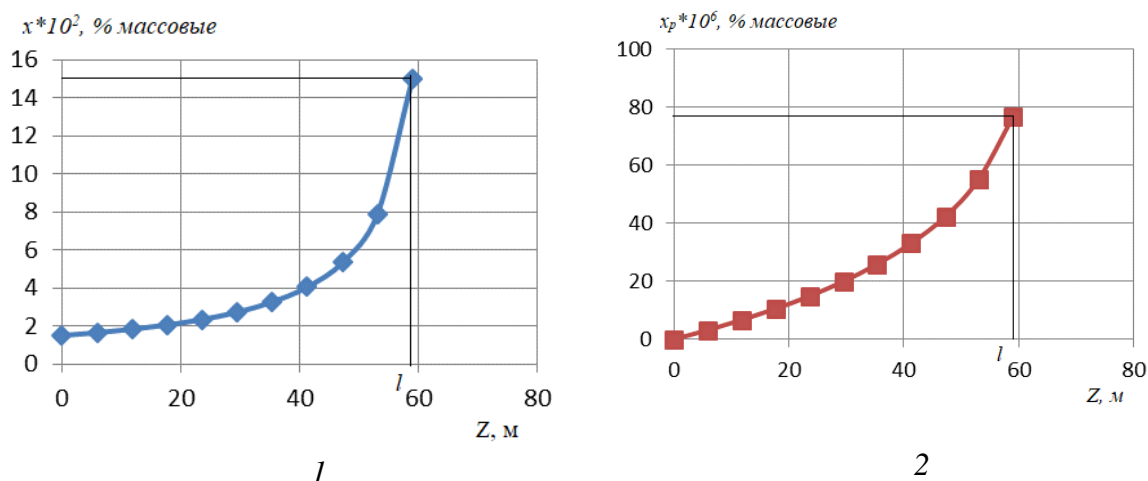
Профиль концентраций  $x$  растворенных молекул в ретанте по длине мембраны:

$$x = \left( \frac{G_H}{G_H - bgz} \right)^\varphi \quad (3)$$

Концентрация молекул растворенного вещества в пермеате определяется по формуле:

$$x_{pk} = \frac{G_H}{bgl} x_H^{1/\varphi} (x_H^{1-1/\varphi} - x^{1-1/\varphi}). \quad (4)$$

Графики профилей концентраций растворенного вещества в ретанте и пермеате по относительной длине  $z$  приведены на рисунке 2.



**Рисунок 2- Профили концентраций растворенного вещества по длине ультрафильтрационной мембране: 1- в ретанте, 2 – в пермеате**

Как видно из графиков рисунка 2 локальные концентрации растворенного вещества и в ретанте и в пермеате по длине ультрафильтрационной мембраны резко возрастают. Так на относительной длине мембраны, составляющей 10% от общей длины, концентрация растворенных молекул в пермеате составляет  $3,145 \cdot 10^{-6} \%$ , то есть меньше, чем на выходе из ультрафильтрационного аппарата в 24,4 раза, соответственно на 20% общей длины она меньше в 11,6 раза. Для отбора пермеата, концентрация в котором в 10 раз меньше общей, соответствующей его концентрации на выходе необходимо установить перегородку на относительной длине, составляющей 26% от всей длины ультрафильтрационной мембраны. Такое секционирование перегородками канала, по которому движется пермеат, позволяет осуществлять его отбор с заданной концентрацией растворенных молекул, значительно меньшей, чем их концентрация на выходе.

# РЕАГЕНТНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Дремичева Е.С.

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51;  
lenysha@mail.ru*

Ключевые слова: очистка сточных вод, водонефтяные эмульсии, отстаивание, деэмульгатор

Увеличивающиеся масштабы использования нефти и нефтепродуктов делают все более актуальной проблему очистки нефтезагрязненных стоков, количество которых увеличивается, а требования к степени очистки ужесточаются [1].

При добыче, переработке и транспортировке нефтепродуктов образуется большое количество нефтесодержащих вод с малым содержанием нефтепродуктов. Глубина очистки воды от нефтепродуктов зависит от вида очистки или комплекса различных видов очистки, что в свою очередь, зависит от вида и концентрации нефтепродуктов в воде.

Лимитирующей стадией очистки нефтесодержащих сточных вод как по времени, так и по степени очистки является статическое отстаивание в резервуарах, где происходит гравитационное отделение основной части взвешенных веществ и нерастворимых нефтепродуктов. С целью сокращения времени отстаивания и повышения степени разделения, которая обычно не превышает 40–60%, возникает необходимость использования различных физико-химических воздействий. Известно, что одним из направлений совершенствования технологии предварительного обезвоживания нефти является использование средств интенсификации разделения эмульсии. В качестве интенсификатора широко применяют обработку водонефтяных сред с помощью деэмульгаторов [2].

Была проведена серия экспериментов по оценке эффективности отстаивания водонефтяной эмульсии. Эксперимент проводился на модельной водонефтяной эмульсии с содержанием нефти в воде 10% при температуре 25°C с замером времени осаждения и толщины слоя нефти. В качестве интенсификатора разделения эмульсии гравитационным осаждением использовали добавление ПАВ следующего состава: вода, лауретсульфат натрия, оксид лаурамина, полипропиленгликоль. Концентрационный диапазон деэмульгатора выбирался аналогично как для подготовки нефти для России (100 мг/дм<sup>3</sup> нефти) [3]. При пересчете на воду концентрация ПАВ составила 1,25, 1,8, 2,5 мг/дм<sup>3</sup> воды. Для

экспериментов бралась проба воды с концентрацией нефтепродуктов 10%. Результаты экспериментальных исследований показали, что добавление ПАВ интенсифицирует разделение водонефтяной эмульсии, эффективность процесса увеличивается с 50 до 63% и 75% при добавлении ПАВ в концентрации 1,25 и 2,5 мг/дм<sup>3</sup>. Причем увеличение количества добавляемых ПАВ с 1,8 до 2,5 мг/дм<sup>3</sup> на скорость разделения водонефтяной эмульсии не влияет.

Также были проведены экспериментальные исследования по изменению рН и электропроводности среды при интенсификации разделения водонефтяной эмульсии деэмульгатором. Водородный показатель эмульсии изменялся от 2 до 11 единиц путем добавления 0,1 н раствора HCl для создания кислой среды и 0,1 н раствора NaOH для создания щелочной среды. Электропроводность изменялась путем увеличения солесодержания при добавлении 0,1 н раствора NaCl. Концентрация ПАВ была взята 1,8 мг/дм<sup>3</sup>.

По результатам экспериментальных исследований уменьшение рН и изменение солесодержания среды не влияет на эффективность разделения, а увеличение рН среды, наоборот, замедляет скорость разделения и снижает эффективность. В соответствии с гигиеническими требованиями к условиям отведения сточных вод в водные объекты [4] водородный показатель рН не должен выходить за пределы 6,5–8,5. Таким образом, для разделения водонефтяных эмульсий целесообразно поддержание рН в пределах нейтрального.

Из всех экспериментов выяснилось, что оптимальное время разделения составило 40 минут, далее проводить разделение экономически нецелесообразно.

Данные результаты в дальнейшем могут быть использованы для расчетов отстойников сточных вод различных типов для выделения нефтепродуктов на промышленных предприятиях.

1. Shi Shuncun, Zou Tongqing, Zeng Jianxian. Gongyeshui chuli = Ind. Water Treat. 2003, 23, № 9, 23–25.
2. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение эмульсий. М.: Недра, 1982.
3. Семихина Л.П., Москвина Е.Н., Кольчевская И.В. Вестник Тюменского государственного университета, 2012, №5, 72-79.
4. СанПиН 2.1.5.980-00. М., 2000.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТОВ

**Жук Д.А., Систер В.Г., Тарчигина Н.Ф.**

*ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» (Московский  
Политех), 107023, Россия,  
г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38  
[daria.zhuk@mail.ru](mailto:daria.zhuk@mail.ru)*

Ключевые слова: сточные воды, ионообменные смолы, волокна

Проблема минимизации отходов и очистки сточных вод приобретает все более серьезное значение. Удаление нефтепродуктов и металлов из воды до значений предельно допустимых концентраций, возможно с использованием физико-химических методов и с применением различных сорбционно-активных материалов, с помощью которых удастся в определенной степени предотвращать дальнейшее загрязнение окружающей среды и обеспечивать рациональное природопользование. К числу таких материалов относятся ионообменные смолы и хемосорбционные волокна, имеющие развитую удельную поверхность, на порядок превосходящую поверхность гранулированных сорбентов. Разнообразие форм использования волокнистых сорбентов способствует созданию на их основе рационального оформления технологических процессов.

Основной задачей при изучении нового сорбционного материала является определение адсорбционных показателей - обменной емкости и кинетических характеристик. Исследования проводились с применением гелевых, макропористых и волокнистых сорбентов методом ограниченного объема. Модельный состав раствора был подобран на основе ранее проведенных работ.

В ходе опыта, отбирались пробы и проводился анализ на определение содержания металлов атомно-эмиссионным методом, а нефтепродуктов флуориметрическим методом анализа. Кинетику процессов сорбции изучали с использованием упрощенной кинетической модели, описывающей как внутреннюю, так и внешнюю диффузию.

Из результатов экспериментов следует, что гелевые ионнообменные смолы обладают лучшими свойствами по сравнению с макропористыми ионитами.

Полученные результаты позволяют рекомендовать к дальнейшему исследованию волокнистые сорбенты с целью минимизации отходов и улучшения очистки сточных вод.

# СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОБАЛЬТА (II) С 4-ГИДРОКСИ-3- ТИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ АМИНОФЕНОЛОВ

**Ибрагимова Ш.А.<sup>1</sup>, Гасымова Й.Дж.<sup>2</sup>, Магеррамов А.М.<sup>1</sup>,  
Вердизаде Н.А.<sup>2</sup>, Мамедова Ш.А.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>*Бакинский Государственный Университет, Химический факультет,  
1148, Баку, Азербайджан, ул. З. Халила,*

<sup>2</sup>*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет,  
Химико-биологический факультет, 1000, Баку, Азербайджан, ул. Уз.  
Гаджибекова 68; [zalov1966@mail.ru](mailto:zalov1966@mail.ru)*

Ключевые слова: кобальт, аминофенол, 4-гидрокси- 3- тиобензойная кислота

В природе кобальт редко встречается в свободном состоянии, но очень распространён в виде соединений в различных минералах. В состав глин входит большое число элементов, образующих сложную минералогическую структуру. Наряду с макрокомпонентами, в глинах присутствуют в виде примесей ( $5 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-6} \%$ ) Ba, Sr, В, Со, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Mn и др. От числа присутствующих в глине микроэлементов и их количественных соотношений в сильной степени зависят её физико-химические свойства и технологические качества. Изучение микропримесей в глинах и глинистых минералах важно также для решения вопроса о генезисе месторождений. В малых количествах некоторые соединения марганца находятся в организмах человека, животных, бактерий и в растениях. Кобальт необходим всем растениям. Кобальт относится к металлам с высоким значением окислительно-восстановительного потенциала и может легко участвовать в реакциях биологического окисления.

Настоящая работа посвящена изучению условий взаимодействия кобальта (II) с 4-гидрокси-3-тиобензойная кислота (ГТБК) и аминофенолами. В присутствии аминофенолов (АФ) наблюдается экстракция этих соединений в органическую фазу в виде разнолигандного комплекса (РЛК). Из гидрофобных аминов использованы 2-(N,N-этиламинотетил)-4-бромфенол (АФ<sub>1</sub>), 2-(N,N-этиламинотетил)-4-хлорфенол (АФ<sub>2</sub>), 2-(N,N-этиламинотетил)-4-метилфенол (АФ<sub>3</sub>).

Для экстракции РЛК использованы растворители: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, четыреххлористый углерод, бензол, хлорбензол, толуол, ксилол, изобутанол и изопентанол. При однократной экстракции хлороформом извлекается 97.6-98.0% кобальта в виде РЛК. Дальнейшие исследования проводили с хлороформом.

Для образования и экстракции РЛК оптимальным является рН 2.9-9.0. Наибольшие значения светопоглощения экстрактов РЛК кобальта(II) с ГТБК и АФ наблюдается при рН в водной фазе 3.5-6.5. Для образования и экстракции РЛК требуется:  $(1.1-1.2) \times 10^{-3}$  М концентрация ГТБК и  $(0.80-0.84) \times 10^{-3}$  М-АФ.

РЛК устойчивы в водных и органических растворителях и не разлагаются в течении двух суток, а после экстракции - больше месяца. Время контактирования фаз достигается в течении 15 минут. Оптимальный объем водной фазы установлен 20, органической – 5 мл.

Максимальный аналитический сигнал наблюдается при 440-445 нм [ $\epsilon=(3.2-2.8) \times 10^4$ ]. Стехиометрию РЛК устанавливали методами сдвига равновесия и относительного выхода (Со:ГТБК:АФ=1:2:2). Комплексообразующей формой кобальта является  $Co^{2+}$ . РЛК в органической фазе не полимеризуются и находятся в мономерной форме ( $\gamma=1.05-1.08$ ).

В ИК - спектрах комплекса в области  $950-960 \text{ см}^{-1}$  появляется интенсивная полоса поглощения, которая отсутствует в спектрах реагента. Эта полоса обусловлено валентным колебанием связи металл-лиганд. Исчезновение полосы при  $2580 \text{ см}^{-1}$ , говорит о том, что –SH групп участвует в образовании комплекса. Наблюдаемое уменьшение интенсивности полосы поглощения в области  $3200-3600 \text{ см}^{-1}$  с максимумом при  $3460 \text{ см}^{-1}$  и появление широкой полосы в области  $3050-3150 \text{ см}^{-1}$  показывает, что -ОН группа принимает участие в образовании координационной связи в ионизированном состоянии. Обнаружение полос поглощения при  $1390 \text{ см}^{-1}$  указывает на наличие протонированного АФ.

В интервале концентраций 0.4-14 мкг в 1мл экстракта РЛК соблюдается линейная зависимость между оптической плотностью и концентраций раствора. Уравнение градуировочных графиков:  $y = 0.01 + 0.006x$ ,  $y = 0.01 + 0.0058x$  и  $y = 0.012 + 0.064x$  соответственно для комплексов АФ<sub>1</sub>, АФ<sub>2</sub> и АФ<sub>3</sub>. Предел обнаружения кобальта (II) в виде АФ<sub>1</sub> составляет 0.01; АФ<sub>2</sub> – 0.0096; АФ<sub>3</sub> – 0.0089 мкг/мл.

Щелочных, щелочноземельных элементов, РЗЭ, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, цитраты и тартраты не мешают определению кобальта. Мешающее влияние Fe (III) устраняли тиогликолевой кислотой, Ti (IV) – аскорбиновой кислотой, Hg (II)-сульфит ионом, Nb (V) и Ta (V) – щавеловой кислотой, а Mo (VI) и W (VI)-винной кислотой. При использовании 1%-ного раствора аскорбиновой кислоты определению не мешают Mn (VII), V (IV), Nb (V) и Cr (VI).

Разработанная методики применена для определения кобальта в сталях [(с16<sup>б</sup>, Со-0.219%).  $n=3$ ,  $P=0.95$  (найдено:  $\bar{X} = (0.215-0.0218) \pm 0.03\%$  ; ( $S_r = 0.04-0.06$ )] и почвах взятой из прикаспийской зоны [(глубина разреза 10–20 см,  $n = 3$ ,  $p = 0.95$ ); (найдено:  $\bar{X} = 2.607 \pm 0.57$ ) ( $S_r = 0.06$ )] .

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ РЕАКЦИЙ ПРОЦЕССА СУХОЙ ГОРЯЧЕЙ СЕРООЧИСТКИ СИНТЕЗ ГАЗА

**Каграманов Ю.А., Рыжков А.Ф., Осипов П.В., Тупоногов В.Г., Киктев Е.К.**

*ФГАОУ ВО "УрФУ им. первого президента России Б.Н. Ельцина",  
620020, Россия, г. Екатеринбург, Мира 19, [KagramanovYA@yandex.ru](mailto:KagramanovYA@yandex.ru)*

Ключевые слова: оксид цинка, сорбенты, синтез газ

В данной работе определен элементный состав сорбента методом сканирующей электронной микроскопии. Исследовано поведение сорбента в окислительной среде при температуре 930 °С (падение массы на 5%, изменение цвета с белого на желтый). Проведен термогравиметрический анализ оксида цинка, гранулированного и дробленого сорбента в среде аргона при температурах до 1000 °С, а так же в восстановительной среде (с активированным углем). Исследованы реакции взаимодействия сорбента на основе окиси цинка с компонентами синтез газа: водородом, паром, монооксидом углерода, двуокисью углерода, сероводородом и их комбинациями.

Парогазовые установки с внутрицикловой газификацией твердого топлива являются наиболее экологически чистыми среди всех энергетических установок, использующих в качестве топлива уголь.

Система сероочистки играет ключевую роль при подготовке синтез газа к сжиганию в газовой турбине системы. Для подобных установок горячая система очистки является наиболее энергоэффективной с точки зрения теплового баланса, так как не требует охлаждения рабочего тела, а за тем повторного нагрева перед поступлением в газовую турбину. Традиционные системы сероочистки, зарекомендовавшие себя в нефтехимии, используют отечественный ГИАП-10 [1] в качестве сорбента, а так же зарубежные Katalco 32-4, RVS-1 и пр. [2]. Процесс проходит при температурах порядка 400 – 500 °С. При более высоких температурах сорбент быстро теряет сероёмкость [3]. Однако, причины выхода из строя сорбента подробно не описываются в литературе [4]. Для горячей сероочистки оптимальными температурами с точки зрения теплового баланса являются 900 – 1100°С [5]. На сегодняшний день, вопрос о функционировании горячей сероочистки при температурах выше 900 °С остается открытым. Хотя, производятся попытки по разработке термостойких сорбентов на основе окиси цинка с примесями молибдена и диоксида титана, способные сделать структуру сорбента более устойчивой к истиранию [6]. Тем не менее, возможна проблема

побочных реакций, интенсифицирующийся при повышении температуры. Данные исследования направлены на уточнение характеристик возможных побочных реакций, возникающих в среде синтез газа, с целью их количественного описания и учета в расчетах системы сероочистки.

В качестве исследуемых материалов были взяты гранулированный сорбент Katalco 32-4 (диаметр гранулы 3 мм), дробленый сорбент Katalco 32-4 (дисперсность 50-80 мкн), порошок окиси цинка (не более 50 мкн). Массовый состав соединений представлен в Таблице 1

**Таблица 1**

Элемент	Массовый %	Элемент	Массовый %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.76
CaO	2.46	CaO	1.38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.16	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.62
ZnO	83.2	ZnO	93.2
Итого	100	Итого	100

Опыты №2, №3 зафиксировали выбросы двуокиси углерода при температурах 300°C и 600 °C, а так же резкое падение массы навески на 2% и на 1% соответственно.

Так же в ходе опытов №2 и №3 была зафиксирована идентичная динамика процесса, что свидетельствует о равном диффузионном сопротивлении гранулированного и дробленого сорбента.

В восстановительной среде окись цинка, как в сорбенте, так и в порошке преобразуется в цинк с выделением монооксида углерода. В реакторе цинк испаряется, затем оседает тонкой пленкой на держателе в зоне пониженной температуры. При объемном расходе газа 8 нл/ч и содержании кислорода в нем 0,00005 % в течение часа в камеру поступает порядка 0,4 мл кислорода, чего достаточно для окисления высокодисперсного налета цинка. Наблюдался белый налет оксида цинка на держателе.

*Исследование выполнено с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» ИЕНиМУрФУ*

1. Gangwal S.K. Engineering Evaluation of Hot-Gas Desulfurization, Raleigh, 1998.
2. Giuffrida A. Thermodynamic assessment of IGCC power plants with hot fuel gas desulfurization // Applied Energy, Vol. 87, 2010. pp. pp. 3374-3383.
3. Hasegawa T. Gas Turbine Combustion and Ammonia Removal Technology of Gasified Fuels // Energies, Vol. 3, 2010. pp. pp. 335-449.
4. Siriwardane R. Symposium of High Temperature gas cleaning // Durable Zinc Oxide Containing Sorbents for Moving Bed and Fluid Bed Applications. New Orleans. 1998.
5. Мухленов И.П. Общая химическая технология. М.: Высшая школа, 1984.
6. Огородникова С.К. Справочник нефтехимика. Л.: Химия, 1978.



## ОПТИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ САЖИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА МАРКИ ТС-1

<sup>1</sup>Ксенофонов С.И., <sup>2</sup>Васильева О.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева», 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;

[dprostokvashino@rambler.ru](mailto:dprostokvashino@rambler.ru)

Ключевые слова: углеводородное топливо, оптические постоянные, сажа, пиролитический углерод

В данной работе исследуются оптические постоянные сажи, образующейся при горении углеводородного топлива марки ТС – 1. Топливо подводилось к горелке через хлопчатобумажную фитильную ткань. Пробоотбор проводился методом проноса кварцевой пластинки на фиксированной высоте над поверхностью горелки. Боковая поверхность диффузионного пламени представляет собой светящийся конус. Внутри конуса пламени парообразные углеводороды осаждаются на поверхность пробоотборника в виде пиролитического углерода пленочно–островковым механизмом, снаружи конуса – в виде высокодисперсной сажи.

Исследование оптических постоянных и морфологии пленки пиролитического углерода и высокодисперсной сажи методами эллипсометрии и атомно–силовой микроскопии позволили выявить ряд особенностей. В видимой области спектра значение действительной  $n$  и мнимой части  $k$  показателя преломления пленки меняются с изменением длины волны  $\lambda$  и описываются следующими зависимостями – для центральной зоны  $n = 2,2 \cdot \lambda^{0,44}$  и  $k = 0,87 - 0,82 \cdot \lambda$ , для периферийной зоны  $n = 1,35 \cdot \lambda^{0,23}$  и  $k = 0,45 \cdot \lambda^{-1,46}$ .

Коэффициент поглощения облака частиц сажи определяется соотношением

$$\alpha_{\lambda} = E_{\lambda} SN, \quad (1)$$

где  $N$  – число частиц в единице объема,  $S$  – проекция площади поперечного сечения частицы,  $E_{\lambda}$  – эффективная поглощательная способность отдельной частицы [2]. Поглощательную способность сферических частиц малых размеров можно определить с помощью теории Ми:

$$E_{\lambda} = \frac{24\pi D}{\lambda} \frac{nk}{((n^2 - k^2) + 2)^2 + 4n^2k^2}. \quad (2)$$

Объемное поглощение может быть вычислено по формуле:

$$\frac{\alpha_{\lambda}}{C} = \frac{36\pi}{\lambda} \frac{nk}{((n^2 - k^2) + 2)^2 + 4n^2k^2}, \text{ где } C = \frac{\pi ND^3}{6}. \quad (3)$$

Коэффициент поглощения среды может быть представлено через мнимую часть показателя преломления и длину волны [2]:

$$\alpha_{\lambda} = \frac{4\pi k}{\lambda}. \quad (4)$$

Полученные значения объемного коэффициента поглощения пленки пиролитического углерода приведены на рис. 1. С увеличением длины волны коэффициент объемного поглощения в центральной зоне пламени меняется согласно закону  $\alpha_{\lambda}/C = 5,52\lambda^{-2,2}$ .

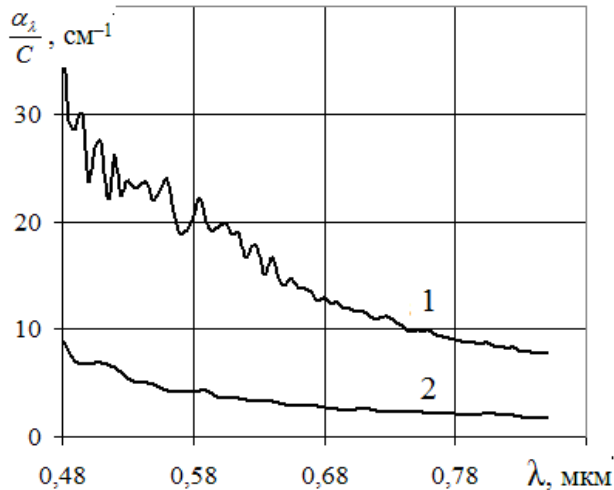


Рис. 1. Зависимость  $\alpha_{\lambda}/C$  от длины волны  $\lambda$  для зон: центральной - 1, периферийной - 2

Исследование микроструктуры поверхности пленки с помощью атомно-силового микроскопа показывает, что имеется большое разнообразие частиц-глобул по форме и размеру. Частицы-глобулы, преимущественно сферической формы размерами от 130 до 150 нм [3]. По уравнениям (3) и (4) была вычислена концентрация частиц сажи, максимальное значение которой достигает  $N \sim 2 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$ .

Таким образом, были получены аналитические выражения для оптических постоянных в видимой области спектра и вычислены значения объемного коэффициента поглощения сажи.

1. Зигель, Р., Хауэлл, Дж. Теплообмен излучением. – М. : Мир, 1975. – 934 с.
2. Борен, К., Хафмен, Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. – М. : Мир, 1986. – 664 с.
3. Васильева О. В., Ксенофонов С. И., Краснова А. Г., Кокшина А. В. Синтез пленки пиролитического углерода в пламени // Сб. материалов III Всеросс. науч. конф. «Наноструктурированные материалы и преобразовательные устройства для солнечной энергетики», 2015, 9-14.

## ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОМА (VI) В ПОЧВЕ И В СЕМЕНАХ ГОРОХА

Магеррамов А.М.<sup>1</sup>, Вердизаде Н.А.<sup>2</sup>, Ширалиева С.М.<sup>2</sup>,  
Гасанова Н.С.<sup>3</sup>, Новрузова Н.А.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Бакинский Государственный Университет, Химический факультет,  
1148, Баку, Азербайджан, ул. З. Халила,

<sup>2</sup>Азербайджанский Государственный Педагогический Университет,  
Химико-биологический факультет, 1000, Баку, Азербайджан, ул. Уз.  
Гаджибекова, 68

<sup>3</sup>Азербайджанский Государственный Университет Нефти и  
Промышленности, 1000, Баку, Азербайджан, ул. Азадлыг, 38  
[zalov1966@mail.ru](mailto:zalov1966@mail.ru)

Ключевые слова: хрома, ксилидин, 2-гидрокси-5-бромтиофенол, комплекс

В настоящее время актуальна задача оперативного определения элементов в природных, промышленных и технологических объектах, а также в продуктах их переработки с высокой точностью, не уступающей требованиям ГОСТ. Определение микрокомпонентов в шлаках, отвалах и отходах металлургического производства, а также в смесях солей, технологических растворах и других аналогичных объектах требует оперативности и высокой точности, так как позволяет установить цену на эти материалы, что представляет коммерческий интерес.

Наиболее успешное решение этих задач на сегодняшний день связано с применением органических реагентов, в частности 2-гидрокси-5-бромтиофенола (ГБТФ), для определения ионов металлов.

Настоящая работа посвящена спектрофотометрическому исследованию разнолигандных комплексов (РЛК) хрома с ГБТФ и гидрофобными аминами (Ам) – о-, м-, п-ксилидин, а также определению их фотометрических характеристик.

Методика. В градуированные пробирки с притертыми пробками вводили от 0.1 до 0.8 мл, с интервалом 0.1 мл исходного раствора хрома (III), 2.4 мл 0.01 М раствора ГБТФ и 2.2 мл 0.01 М раствора Ам. Необходимое значение рН устанавливали добавлением 0.1 М раствора HCl. Объем органической фазы доводили до 5 мл хлороформом, а объем водной фазы до 25 мл дистиллированной водой. После полного расщепления фаз органический слой отделяли и измеряли его оптическую плотность при комнатной температуре на КФК-2 при 540 нм ( $l=0.5$  см).

При взаимодействии с ГБТФ Cr (VI) восстанавливается до Cr (III) и комплексообразующей формой является  $Cr^{3+}$ .

Для экстракции комплекса были апробированы хлороформ,

дихлорэтан, четыреххлористый углерод, бензол, толуол, н-бутанол и др. органические растворители и их смеси. Наиболее эффективным в смысле максимальной степени извлечения Cr (III) в виде РЛК и быстрого достижения равновесия является хлороформ. Хлороформ позволяет экстрагировать 98,4-98,8 % Cr (III) в РЛК. При этом природа Ам ощутимо не влияет на экстракцию Cr (III). РЛК образуются при pH 2.7-7.9, оптическая плотность не меняется в интервале pH 3.5-6.0. При взаимодействии Cr (III) с ГБТФ и Ам образуется РЛК, окрашенное в красный цвет, максимальное светопоглощение наблюдается при 515-528 нм. Молярные коэффициенты поглощения РЛК хрома Cr (III) с ГБТФ и Ам составляют  $(3.1-3.9) \times 10^4$ .

Для образования и экстракции РЛК Cr (III) - ГБТФ - Ам необходимы концентрации:  $(1.3-1.5) \times 10^{-3}$  М ГБТФ и  $(1.2-1.5) \times 10^{-3}$  М - Ам. Закон Бера выполняется в пределах 0.2-24 мкг/мл концентрации хрома (III). РЛК образуются в течение 15 минут после сливания растворов, и оптическая плотность не изменяется в течение 48 часов. При образовании РЛК координирующим ионом является ион  $Cr^{3+}$ , который замещает в каждой молекуле ГБТФ по одному протону ( $2n=2$ ).

Соотношения компонентов в составе РЛК установлены относительного выхода и сдвига равновесия (Cr:ГБТФ:Ам = 1:3:3). Можно предположить, что  $Cr^{3+}$  присоединяется к каждой молекуле ГБТФ через атом серы SH группы и координируется с кислородом OH группы.

В ИК-спектрах комплекса в области  $950-960 \text{ см}^{-1}$  появляется интенсивная полоса поглощения, которая отсутствует в спектрах реагента. Эта полоса обусловлено валентным колебанием связи метал-лиганд. Исчезновение полосы при  $2580 \text{ см}^{-1}$ , говорит о том, что -SH групп участвует в образовании комплекса. Наблюдаемое уменьшение интенсивности полосы поглощения в области  $3200-3600 \text{ см}^{-1}$  с максимумом при  $3460 \text{ см}^{-1}$  и появление широкой полосы в области  $3050-3150 \text{ см}^{-1}$  показывает, что -OH группа принимает участие в образовании координационной связи в ионизированном состоянии. Обнаружение полос поглощения при  $1390 \text{ см}^{-1}$  указывает на наличие протонированного Ам.

Большие количества щелочных, щелочноземельных элементов, РЗЭ не мешают определению хрома. Избирательность определения хрома существенно увеличивается в присутствии маскирующих веществ. Мешающее влияние Fe (III) устраняли аскорбиновой кислотой, Ti (IV) – аскорбиновой кислотой, Cu (II) – иодид ионом, Nb (V) – оксалат ионом, а W (VI) – лимонной кислотой. При использовании 0,01М раствора ЭДТА определению не мешают V (IV), Nb (V), Ta (V), и Fe(III). Мешающее влияние Hg (II) устраняли восстановлением с помощью  $S_2O_3^{2-}$  ионов.

Разработанные методики применены для определения хрома в почве и в семенах горохе.

# РАЗРАБОТКА ПОЛНОГО ЦИКЛА ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Майоров Е.В., Мисин В.М.**

*ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН»,  
119334, Россия, Москва, ул. Косыгина, 4. [sal@deom.chph.ras.ru](mailto:sal@deom.chph.ras.ru)*

Ключевые слова: поверхностные стоки, очистка, тяжелые металлы, волокнистые хемосорбенты, утилизация регенерата, пигменты.

В мегаполисах и средних по величине городах с достаточно развитой промышленностью и развитой транспортной сетью, существуют различные источники загрязнения литосферы тяжелыми металлами (Cu, Ni, Cr, Zn, Pb и др.) из антропогенных источников. С дождем эти металлы попадают вначале в поверхностные стоки с селитебных и промышленных территорий городов, а затем в замкнутые и проточные водоемы. Например, в водоемах столицы России г. Москва ежегодно появляется почти 1000 т тяжелых металлов. К сожалению, тяжелые металлы эффективно улавливаются донными отложениями водоемов, что приводит к загрязнению донных отложений и к возникновению отдаленных отрицательных последствий данного экологического воздействия.

Предложены различные технологии очистки стоков от тяжелых металлов, в том числе и с применением разнообразных природных и синтетических сорбентов. Однако из-за маленькой концентрации тяжелых металлов в поверхностных стоках, имеющих большой объем, предлагаемые технологии непригодны. Более того, возникает проблема утилизации отработанных материалов, исключая их сжигание или захоронение.

Нами впервые разработаны основы полного технологического цикла улавливания из городских поверхностных стоков ионов тяжелых металлов с использованием завершающей стадии утилизации регенерата. Технология улавливания металлов базируется на использовании волокнистых хемосорбентов, имеющих преимущества перед гранулированными хемосорбентами. Сорбенты позволяют работать с сильно разбавленными растворами солей и затем проводить эффективную регенерацию сорбентов.

В лабораторных условиях эффективность сорбентов проверяли предварительно на образцах «очищенных» стоков, выходящих из московского работающего очистного сооружения «Покровские холмы». Содержание ионов  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  (эти металлы имели самую большую концентрацию солей в стоках) уменьшалось в 1,1-34,3 раз [1]. С

учетом ограниченных инженерных возможностей московского работающего очистного сооружения «Покровские холмы» были спроектированы [2] и изготовлены небольшие экспериментальные образцы фильтров: высота и диаметр наружного корпуса соответственно 100 и 30 см. На внутренних технологических коммуникациях очистного сооружения эти фильтры монтировали и испытывали. Образцы проб воды отбирали до и после фильтров. Было показано: содержание ионов  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  уменьшалось в 1,6-7 раз.

Обнаружено, что содержание нефтепродуктов на входе в фильтр с хемосорбентом вдвое превышало норму. Содержание взвешенных веществ превышало норму в 2,5 раза, но уменьшалось в 5 раз после прохождения фильтра с хемосорбентом. Из этого следует, что на волокнистых хемосорбентах происходило эффективное дополнительное осаждение взвешенных веществ. Это улучшало работу всего очистного сооружения в отношении взвешенных веществ. Однако осаждение взвешенных веществ на волокнистых хемосорбентах загрязняло их поверхность. Поэтому происходило уменьшение эффективности улавливания тяжелых металлов этими хемосорбентами небольших экспериментальных образцов фильтров. Предварительная очистка стоков от нефтепродуктов и взвешенных веществ до нормативных значений, а также использование полноразмерных образцов дополнительных фильтров очистки от тяжелых металлов должны значительно увеличить эффективность применения фильтров с волокнистыми хемосорбентами.

Проблему использования регенератов (смесь хлоридов металлов) было предложено решать следующим образом: изготовление их не критичных по цвету пигментов для лакокрасочной промышленности. Регенераты, получаемые как из различных очистных сооружений, так и в различное время, будут содержать различное соотношение соединений металлов с изменяющимися цветовыми оттенками. Однако это не будет иметь ограничений для ряда лакокрасочных материалов, например, предназначенных для обработки фундаментов, промышленных трубопроводов и т.п. В лабораторных условиях получена и испытана смесь оксидов исследованных металлов, моделирующих регенерат. Показано, что регенерат даже без дополнительной обработки можно использовать в бетонах, цементах или силикатных лакокрасочных материалах в качестве пигмента-наполнителя для тротуарной плитки и для строительных лакокрасочных материалов.

1. Мисин В.М., Майоров Е.В. Применение волокнистых хемосорбентов для очистки ливневого стока от тяжелых металлов // Водное хозяйство России. 2011. № 1. С. 47.

2. Мисин В.М., Майоров Е.В., Фаткуллина Л.Д. Патент на полезную модель 101442.

## **«ОТВЕТСТВЕННАЯ ЗАБОТА» ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Макарова А.С., Федосеев А.Н.**

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

[Annmakarova@mail.ru](mailto:Annmakarova@mail.ru)

Ключевые слова: выбросы, загрязнения, отходы, оценка

Химические предприятия часто называют главными ответственными за увеличивающееся загрязнение окружающей среды. Созданная в 1980-х годах в Канаде добровольная международная программа Ответственная забота (англ. Responsible Care, далее RC) в настоящее время широко применяется на химических предприятиях [1]. Программа, направлена на недопущение появления избыточных нормативно-управленческих мер со стороны государства и на создание положительного имиджа у общественности. Российская Федерация вступила в программу «Ответственная забота» в лице Российского союза химиков и Росхимпрофсоюза в 2007 году, пилотными предприятиями-участниками программы стали ОАО «Щекиназот», ОАО «Апатит» и ПАО «Нижнекамскнефтехим», которые подписали соглашение о вступлении и взяли на себя обязательства о следовании основным принципам программы «Ответственная забота». На конец 2016 года соглашение подписали более 60 отечественных компаний.

Для количественной оценки эффективности реализации общественной программы RC, в том числе и в области охраны окружающей среды от вредного воздействия производств [2], используют различные ключевые показатели производительности (англ. Key performance indicator – далее KPI). С 2005 по 2016 г. в ходе реализации программы RC в РФ собраны большие массивы данных по этим показателям, результаты анализа которых и представлены в данной работе.

Загрязнение почвы оценивалось через следующие показатели: объемы размещаемых ХП опасных (1-4 класса опасности) отходов; объемы размещаемых ХП неопасных (5-го класса опасности) отходов. Результаты расчетов оценок эффективности по объемам размещения опасных отходов ХП показаны на рисунке 1.

В результате можно отметить незначительное возрастание объемов размещения российскими ХП опасных отходов с 2005 г. по 2007 г. и с 2008 г. по 2015 г. (рис.1-а), однако при удельном нормировании на тонну продукции и на рубль выручки количество опасных отходов постоянно



снижается (рис.1-б), а при перерасчете показателя на химическую отрасль в целом (рис.1-в) существенных изменений в части образования по оценке размещения токсичных отходов не заметно.



**Рис. 1. Динамика размещения опасных отходов по годам: а) для ХП-участников программы РС в абсолютных показателях; б) в относительных – на тонну продукции и на 1000 рублей выручки; в) для отрасли в целом**

Оценка загрязнения атмосферы проводилась по объемам выбросов диоксида серы, оксидов азота, летучих органических соединений и оксида углерода.

Оценка влияния ХП на изменение климата, проводилась по выбросам парниковых газов.

Оценка воздействия на водоемы проводилась с использованием таких показателей как величина химического потребления кислорода (ХПК), сбросы азотсодержащих и фосфорсодержащих ХВ, суммарные объемы сбрасываемых опасных ХВ. При ОВОС химических предприятий по выбранным критериям в абсолютных показателях выраженная динамика не прослеживается, однако по всем показателям наблюдается выраженное снижение их удельных значений на тонну или стоимость произведенной продукции. Также хорошо прослеживается по выбранным показателям снижение ВОС в абсолютном выражении российской химической отрасли в целом. При сравнении показателей российских ХП с ХП других стран можно отметить, что по объемам сброса фосфорсодержащих и азотсодержащих соединений российские ХП часто оказываются в первой тройке среди других ХП-участников программы РС.

При оценке показателей, характеризующих энергопотребление, отмечено увеличение энергопотребления российскими ХП - участниками программы ответственная забота, в абсолютных и в относительных показателях с 2005 по 2013 г., однако по российской химической отрасли в целом наблюдается выраженное снижение.

1. Principles for Best Practice Chemical Regulation. APEC Chemical Dialogue. 2012/SOM1/CDSG/014

2. ICCA, 2015. 2015 Responsible Care Status Report. <https://www.icca-chem.org/wp-content/uploads/2015/09/2015-Responsible-Care-Status-Report.pdf>



# ЭКСТРАКЦИОННОЕ И СОРБИЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ РАЗНОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСА ЖЕЛЕЗА(III) 2-ГИДРОКСИ-5-НИТРОТИОФЕНОЛОМ И О- КСИЛИДИНОМ

**Микаилова Х.Г., Бабаева Г.В., Мамедова Р.К., Искендерова К.О.,  
Залов А.З.**

*Азербайджанский государственный педагогический университет,  
Химико-биологический факультет, 1000, Баку, Азербайджан, ул. Уз.  
Гаджибекова 68; Zalov1966@mail.ru*

Ключевые слова: ксилидин, 2-гидрокси-5-нитротиофенол, комплекс, сигнал

Проблема определения в окружающих средах малых количеств тяжелых металлов является актуальной для мониторинга окружающей среды. Несмотря на большие успехи современного приборостроения, сохраняется необходимость предварительного концентрирования. Железо относится к переходным элементам и образует координационные связи с любыми донорными атомами лигандов. Селективными на железо (III) являются реагенты, содержащие фенольные ОН-группы.

Настоящая работа посвящена экстракционно-фотометрическому исследованию разнолигандного комплекса (РЛК) железа (III) 2-гидрокси-5-нитротиофенолом (ГНТФ) и о-ксилидином (о-Ксил). ГНТФ при  $pH < 7$  обладает восстановительными свойствами. Для выяснения того, не меняется ли валентность железа (III) при взаимодействии с ГНТФ были проведены две серии опытов: 1) проводили реакцию с ГНТФ Fe (II), полученного восстановлением  $SnCl_2$  и KI в солянокислом растворе; 2) проводили ту же реакцию без применения дополнительных восстановителей. Продукты обеих реакций имели максимумы поглощения при 540 нм. Следовательно, Fe (III) при образовании комплекса с ГНТФ восстанавливается до Fe (II) самим реагентом.

При встряхивании раствора однороднолигандного комплекса (ОЛК) с ионообменниками он сорбируется анионообменником АВ-17 и не сорбируется катионообменником. Электрофорез ОЛК показали, что соединение в водной фазе мигрирует к аноду, коэффициент электромиграции равен 73,8%. При введении в систему о-Ксил наблюдается экстракция этого соединения в органическую фазу в виде РЛК.

Fe (II) экстрагируется из растворов некоторыми органическими растворителями:  $CCl_4$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_2Cl_4$ ,  $C_6H_5-CH_3$ ,  $CHCl_3$ ,  $C_6H_5Br$ ,  $C_6H_5Cl$ ,  $Cl_2N_4Cl_2$ . Экстрагируемость Fe (II) возрастает с увеличением диэлектрической проницаемости растворителя ( $CHCl_3$ ,  $C_6H_5Cl$ ,  $Cl_2N_4Cl_2$ ). Это согласуется с природой соединений, являющихся ионными ассоциатами.

После расслаивания фаз водную фазу отделяли и определяли содержание Fe (II) в водной фазе фотометрически с антралиловой кислотой. Содержание Fe (II) в органической фазе рассчитывали по разности. Экстрагируемость комплексов оценивали коэффициентом распределения (D) и степенью экстракции (R, %):  $D = [Fe]_o/[Fe]_в$ ;  $R = 100 \times D/D + V_в/V_o$ . Все дальнейшие исследования проводили с хлороформом (R, % = 97.3).

Fe (II) начинает взаимодействовать с ГНТФ при pH >1.5. Для образования и экстракции РЛК оптимальным является pH 3.2-5.4. В начале с увеличением кислотности исходного раствора экстракция Fe (II) возрастает, а при дальнейшем увеличении – постепенно уменьшается, что очевидно связано с уменьшением концентрации ионизованной формы ГНТФ. При повышении pH раствора до 8.4 и выше экстракция комплексов практически не наблюдается, что видимо связано с понижением степени протонизации о-Ксил. РЛК образуется сразу после смешивания растворов компонентов. При pH<sub>опт</sub> устойчив течение суток. Соотношения компонентов в составе РЛК установлены относительного выхода и сдвига равновесия (Fe (II):ГНТФ:о-Ксил = 1:2:2).

Исчезновение ярко выраженной полосы при 2600 см<sup>-1</sup>, наблюдаемое в спектре ГНТФ и появление в спектрах комплекса полос поглощения, которые смещена в сторону меньших частот, говорит о том, что -SH групп участвует в образовании комплекса. Наблюдаемое уменьшение интенсивности полосы поглощения в области 3200-3600 см<sup>-1</sup> с максимумом при 3450 см<sup>-1</sup> и появление широкой полосы в области 3050-3150 см<sup>-1</sup> показывает, что -ОН группа принимает участие в образовании координационной связи в ионизованном состоянии. Обнаружение полос поглощения 2400 см<sup>-1</sup> указывает на наличие протонированного о-Ксил.

Максимальный аналитический сигнал при комплексообразовании РЛК наблюдается при  $\lambda=540$  нм ( $\epsilon=4.2 \times 10^4$ ). Градуировочный график линейен в диапазоне концентрации Fe (II) 0.4-22.7 мкг/мл. Предел обнаружения Fe (II) при P = 0.95 составляет 0.018 мкг/мл.

Мешающее влияние на экстракционно-фотометрическое определение железа Cu (II), Cr (VI) и Mn (VII) устраняли тиомочевинной; Ti (IV) – аскорбиновой кислотой, Zr (IV), Nb (V) и Ta (V) – фторид-ионами. Если анализируемый раствор содержит V (V), Mo (VI) и W (VI), то необходимо проводить две экстракции. Экстракцией при pH <1.5 отделяют указанные ионы и последующей экстракцией при pH 3.5-6.0 переводят в органическую фазу соединение Fe (II) с ГНТФ. Установление pH 3.5-6.0 перед второй экстракцией осуществляется прибавлением раствора аммонийно – ацетатного буфера.

Разработанная методика применена для определения микроколичеств железа в природных водах (р. Кура), в фруктах и ягодах (в белой, красной черешне и в клубнике).

## СОСТОЯНИЕ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ИОННЫХ ФОРМАХ ВОЛОКНА ВИОН КН-1

Перегудов Ю.С., Тимкова А.В., Обидов Б.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394000, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19;  
[inorganic\\_033@mail.ru](mailto:inorganic_033@mail.ru)

Ключевые слова: дифференциальная сканирующая калориметрия, дегидратация, хемосорбционное волокно ВИОН КН-1

Ионообменные волокна достаточно широко используются для решения экологических проблем, в частности для удаления из сточных вод ионов металлов. Для объяснения механизма сорбции важным является изучение состояния воды в фазе волокна.

В работе методом дифференциальной сканирующей калориметрии рассмотрено состояние воды в  $\text{Ca}^{2+}$ -,  $\text{Mg}^{2+}$ -,  $\text{Co}^{2+}$ - и  $\text{Cd}^{2+}$ - формах хемосорбционного волокна ВИОН КН-1. Изучение процесса дегидратации волокна в ионных формах проводили на приборе синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter.

Для всех исследованных образцов в интервале температур 303–415 К на кривых ДТА наблюдается эндотермический эффект, соответствующий удалению воды из волокна. По кривым потери массы (ТГ) рассчитана степень превращения  $\alpha$  в зависимости от температуры и построены графики зависимости логарифма степени превращения от температуры ( $-\lg(\alpha) = f(10^3/T)$ ). Данные зависимости имеют S-образный вид, что отражает сложный характер взаимодействия молекул воды с волокном. На кривых можно выделить три ступени дегидратации, которые соответствуют трем формам связи воды. Разные ступени дегидратации характеризуются различной скоростью выделения воды.

Сравнивая состояние воды в исследуемых формах волокна, можно отметить следующее:

- 1) доля прочносвязанной воды наибольшая в  $\text{Co}^{2+}$ - форме (46%), в 1,7 раз больше, чем в  $\text{Mg}^{2+}$ - форме, где ее содержание наименьшее;
- 2) доля среднесвязанной воды наибольшая для кадмиевой формы волокна (45%), для остальных она примерно одинаковая;
- 3) доля слабосвязанной воды наибольшая в магниевой форме волокна (33%), что в 1,7 и 1,8 раз больше, чем в  $\text{Cd}^{2+}$ - и  $\text{Co}^{2+}$ - соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что количество воды различной степени связанности в металлических формах ионообменного волокна ВИОН КН-1 определяется природой противоионов.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ В СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

**Саунина И.В., Грибанов Е.Н., Оскотская Э.Р.**

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени  
И.С. Тургенева», РФ, 302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, д. 95  
[saunina-inna@rambler.ru](mailto:saunina-inna@rambler.ru)*

Ключевые слова: пестициды, природные воды, цеолит, химический анализ

Проблема негативного влияния пестицидов на здоровье человека является одной из наиболее значимых, так как воздействию могут подвергаться все объекты окружающей среды, в том числе воздух, почва и вода. Пестициды независимо от их природы являются ядами [1], поэтому необходим жесткий санитарно-гигиенический контроль их содержания в реальных объектах, в частности в водах различной природы. Для этого применяют методы ГЖХ, ВЭЖХ, ИФА, комбинированные методы ГХ-МС, ВЭЖХ-МС/МС и др. [2-4]. К недостаткам этих методов можно отнести применение больших объемов токсичных растворителей, а также концентрированных кислот и растворов солей для очистки экстракта в процессе пробоподготовки [2, 5, 6].

Таким образом, разработка надежных, доступных и простых в исполнении методик одновременного определения пестицидов различных классов в воде остается актуальной. Перспективным при решении данной проблемы представляется применение газовой хроматографии после очистки экстракта проб алюмосиликатами [7].

В данной работе показана возможность применения природного алюмосиликата (цеолита) для предварительной очистки сточных и природных вод при одновременном определении в них пестицидов различных классов.

Контроль концентрации действующих веществ пестицидов осуществляли хроматографически (газовый хроматограф Agilent 7890А с МС-детектором Agilent 5975С; капиллярная хроматографическая колонка HP-5MS). В качестве стандартов действующих пестицидов использовали соответствующие ГСО.

На первом этапе работы нами была систематически изучена сорбция 13 пестицидов различных классов (хлорограницеские – гексахлорбензол, гексахлорциклогексан и ДДТ; фосфорорганические – фенитроцион, хлорпирифос, диметоат, диазенон; синтетические пиретроиды – перметрин, циперметрин, дельтаметрин; триазолы – тебуконазол, пропиконазол, ципроконазол) природным цеолитом из n-гексана

(концентрация действующих веществ пестицидов составляла 0,05 мг/л), используемого для экстракционного извлечения аналитов из вод различной природы. Установлено, что степень извлечения пестицидов колеблется от 1-2% до 14%. Это позволяет использовать данный материал для сорбционной очистки экстрактов.

На основе полученных данных предложена методика определения пестицидов 4-х различных классов в природных и сточных водах. Методика основана на экстракции из пробы воды аналитов аликвотами н-гексана с последующей очисткой экстракта цеолитом и определении пестицидов методом ГХ-МС.

Правильность разработанной методики проверена методом «введено-найдено» на образцах природных и сточных вод р. Ока. Достоинствами предлагаемой методики являются высокая чувствительность и воспроизводимость (предел количественного обнаружения аналитов составляет в среднем  $\sim 0.002$  мг/л;  $s_r$  не превышает 0.02), простота исполнения, экономическая доступность сорбционного материала.

Методика может быть использована в практике лабораторий, осуществляющих мониторинг содержания остаточных количеств пестицидов в сточных и природных водах.

1. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химические средства защиты растений. - М.: КолосС, 2006.

2. Клисенко М.А., Калинина А.А., Новикова К.Ф., Хохолькова Г.А.// Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. - М.: Колос, 1992. Т. 2. 567 с.

3. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред: Практическое руководство. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

4. Хмельницкий Р.А., Бродский Е.С. Масс-спектрометрия загрязнений окружающей среды. - М: Химия, 1990.

5. Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфорорганических и симм-триазиновых пестицидов в пробах питьевых, природных и сточных вод методом газовой хроматографии. ПНДФ14.1:2:4.205-04. Государственный комитет РФ по охране окружающей среды. - М., 1998 год (издание 2008 г.).

6. Методика выполнения измерений массовых концентраций хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в питьевых, природных и сточных водах газохроматографическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.204-04. Государственный комитет РФ по охране окружающей среды. - М., 1998 год (издание 2008 г.).

7. Оскотская Э. Р., Грибанов Е. Н., Саунина И.В. // Журн. аналит. химии. 2017. Т. 72. № 2. С. 170-176

8. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). ГН 1.2.3111-13/ Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 49, 09.12.2013.

## ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АЭРОЗОЛЯ ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

<sup>1</sup>Ташкова К.Ю., <sup>1</sup>Ксенофонтов С.И., <sup>2</sup>Лепяев А.Н.,  
<sup>3</sup>Васильева О.В., <sup>4</sup>Гурьянов А.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет  
им. И. Я. Яковлева», 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Чебоксарский институт (филиал) Московского  
политехнического университета», 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К.  
Маркса, 54;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;

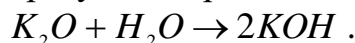
<sup>4</sup>АО «Чебоксарское производственное объединение им. В. И. Чапаева»,  
428000, Россия, г. Чебоксары, ул. Социалистическая, 1  
[dprostokvashino@rambler.ru](mailto:dprostokvashino@rambler.ru)

Ключевые слова: пламя, аэрозоль, оксид калия, иодид калия

Первые разработанные аэрозольные составы, которые применялись при тушении пожара, содержали серную кислоту. Кислота оказывала сильное разъедающее действие на соприкасающиеся с ней материалы.

Ныне существующие пиротехнические составы также образуют аэрозоль, химическая активность которых высока [1]. Например, состав на основе нитрата калия – 71%, ДЦДА (дициандиамина) – 18% и СФ – 0112А (фенолформальдегидной смолы) – 11% образует аэрозоль, состоящий из частиц оксида калия (K<sub>2</sub>O). Активные радикалы пламени рекомбинируют с участием поверхности частиц аэрозоля. Скорость химических реакций становится ниже предельной.

Оксид калия является гигроскопичным веществом. Аэрозольные частицы поглощают влагу из окружающего воздуха или из продуктов сгорания углеводородов, и образуют гидрат окиси калия:



Осевшие на поверхность металла частицы аэрозоля разъедают его. Металлические изделия и конструкции приходят в негодность. Количественные показатели воздействия аэрозоля на металл в литературе отсутствуют.

В данной работе исследуется повреждение поверхности металла под действием аэрозоля. Металлическая пластина проносилась на определенной высоте над поверхностью горения пиротехнического

состава. Изменение структуры аэрозоля в потоке продуктов сгорания на данной высоте не наблюдалось.

Поверхность металла изучалась под микроскопом. Электронные снимки вводились в память ЭВМ и сохранялись в bmp – формате. С помощью разработанных программных средств измерялось количество частиц в поле зрения микроскопа, площадь и периметр каждой частицы, рассчитывался эффективный диаметр частицы и форм - фактор [2]. Отношение суммарной площади частиц к площади поля зрения дает коэффициент повреждения поверхности металла.

Программные средства представляли ансамбль частиц в виде функций распределения частиц: а) по эффективному диаметру  $f(d_{эфф})$ , б) по площади  $f(S)$ , в) по периметру частиц  $f(P)$ , г) по форм – фактору  $f(G)$ .

В начальный момент времени осевшие частицы аэрозоля обладают кристаллической структурой. Постепенно частицы начинают увлажняться, и в результате, превращаются в капли. Внешний контур самих частиц изменяется, место контакта капли с поверхностью металла приобретает форму круга.

В конце опыта металлическая пластинка промывалась водой. На месте аэрозольной частицы видны лунки. Глубина лунки в центре частицы больше, чем по краям.

Введение в исходный состав йодсодержащих соединений (состав на основе нитрата калия – 59%, сорбита – 35%, йодида аммония – 6%) позволяет получить аэрозоли, химический состав которых является неагрессивным. Частицы йодида калия являются химически нейтральными для металла [3].

Минимальное расчетное значение введенного йода не всегда дает положительный эффект, не весь йод расходуется по назначению. Проверка химической активности аэрозоля, осажденного на металлическую поверхность, подтверждает данные предположения.

1. Ташкова К. Ю., Гурьянов А. А., Ксенофонтов С. И., Лепавев А. Н. Свойства пламени аэрозольного огнетушащего состава. Actualscience, Т.2, № 3. 2016, 65-68.

2. Лепавев А. Н., Ксенофонтов С. И., Порфирьев А. М. Программа «Анализ частиц» методов анализа ансамбля частиц. [Электронный ресурс]. Наука и образование. 2013.

3. Ташкова К. Ю., Гурьянов А. А., Лепавев А. Н., Ксенофонтов С. И., Васильева О.В. Лабораторные испытания тушения очагов пожара. Сб. материалов VI Всеросс. конф. «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды». Чебоксары : Чуваш. ун-та, 2016, 47-48.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД С ТЕЛА ПОЛИГОНА ТКО

Фокина М.С., Ермакова Л.С., Кудрявцева Ю.С.

*ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», 107023, г.  
Москва, ул. Б.Семёновская, д. 38  
fokina\_mariya@mail.ru*

Ключевые слова: рекультивация, полигоны ТКО, зелёные технологии, фильтрат

Порядка 36 млн. тонн ТКО в РФ складывается на полигонах ТКО. Система отвода, сбора и очистки фильтрата, который является источником загрязнения подземных и поверхностных природных вод, на протяжении основных этапов функционирования полигона ТКО, на большинстве российских полигонов отсутствует. В центральной-европейской части России, где средний уровень атмосферных осадков составляет 840 мм/год, каждые 60 тонн ТКО, размещенных на полигоне, выделяют в подстилающие грунты от 1 - 1,5 м<sup>3</sup> фильтрата и инфильтрата в год на протяжении 20-25 лет. Качественный состав фильтрата изменяется в зависимости от стадии разложения ТКО ацетогенеза и метаногенеза, из-за чего создается сложность при разработке способов очистки выделяющегося фильтрата.

Влияние полигона на окружающую среду вызвано образованием при деструкции ТКО фильтрата и инфильтрата. Фильтрат образуется в результате инфильтрации атмосферных осадков, биохимических и химических процессов разложения отходов и др.

В итоге обзора зарубежных и отечественных работ, можно выделить основные факторы, влияющие на образование, состав и объем фильтрата. К факторам первостепенной важности можно отнести: морфологический состав ТКО; мощность полигона ТКО; этапы жизненного цикла; влажность отходов; климатические условия; инженерную инфраструктуру полигона; предварительную обработку отходов.

Большую часть биохимического разложения фракции ТКО представляют древесные и бумажные отходы, химический состав которых представлен целлюлозой, гемицеллюлозой, лигнином, дубильными веществами и др. На начальном этапе эксплуатации полигона отходы подвержены аэробному биохимическому разложению. На данной стадии под действием аэробных сапрофитов разлагаются, в первую очередь, легко разлагаемые фракции ТКО (пищевка) с образованием жирных кислот, углекислого газа и воды.



По мере уплотнения и увеличения объема отходов в теле полигона возникают анаэробные процессы, которые служат причиной основной эмиссии загрязняющих веществ. Выделяемые основные фазы анаэробного биохимического разложения отходов (гидролиз, ацетогенез, активный метаногенез, стабильный метаногенез, полная ассимиляция) совпадают с основными этапами жизненного цикла полигона: активной эксплуатацией (5-25 лет), рекультивацией, постэксплуатацией и ассимиляцией в течение 30-35 лет (в средней полосе России).

В действительности фильтрат разделяют на 2 вида: «молодой фильтрат» так называемый инфильтрат, образующийся на первых этапах разложения отходов в аэробной и анаэробной ацетогенной фазе (от 2 до 7-10 лет складирования), «старый фильтрат», формирующийся на стадиях метаногенеза.

Фильтрационные воды, образующиеся в ацетогенной фазе ( $\text{pH} = 3,5-6,0$ ), характеризуются высокими значениями ХПК ( $5000-60000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ) и БПК<sub>5</sub> ( $2000-40000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ). Состав органических примесей в большинстве случаев представлен летучими органическими кислотами жирного ряда. На данном этапе также начинают протекать процессы гумификации отходов.

В фильтрате, который образуется на стадии активного метаногенеза ( $\text{pH} - 6,5-8,8$ ), значительно снижаются величины ХПК ( $3000-4000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ) и БПК<sub>5</sub> ( $100-400 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ). На устойчивой стадии метаногенеза (рекультивационный и пострекультивационный этапы жизненного цикла полигона) происходит последующее снижение концентрации органических веществ в фильтрате, тем не менее увеличивается доля трудно окисляемых соединений, которые образуются при последующем распаде и гумификации отходов.

Имеющиеся за рубежом технологии очистки фильтрата полигонов ТКО не могут быть полностью реализованы в условиях г. Москвы по следующим причинам:

- неимение в городе полного цикла предварительной сортировки отходов;
- более суровые погодные условия, значительно усложняющие инженерные конструкции для проведения процессов очистки, в том числе, биологическую очистку;
- рост цен на оборудование для очистки фильтрата происходящий по причине отсутствия дешевых отечественных сорбентов, мембран и др.;
- эффективная работа высокотехнологичного оборудования невозможна без высококвалифицированного обслуживающего персонала.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОИЗВОДСТВА ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ

Ященко Н.Н., Житарь С.В.

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

Одной из важной аналитических задач является определение содержания солей тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Наибольшее распространение в практике заводских лабораторий получили фотометрический и атомно-абсорбционный методы анализа. Целью работы являлась сравнительная характеристика фотометрического и атомно-абсорбционного методов определения меди, железа и никеля в сточных водах хлорного производства ОАО «Химпром». Фотометрические методы определения металлов основаны на измерении оптической плотности окрашенных растворов их комплексов, таких как, диэтилдитиокарбаминат меди, трисульфосалицилат железа и комплекс никеля (II) с диметилглиоксимом. Как показали экспериментальные данные, фотометрические способы определения металлов характеризуются: трудоемкостью, плохой воспроизводимостью результатов, высокой ошибкой определения ( $S_r$  до 9%) и др. Поэтому возникла необходимость внедрения в лабораторную практику атомно-абсорбционного метода, т.к. в настоящее время этот метод зарекомендовал себя как наиболее эффективный, экспрессный современный аналитический способ определения тяжелых металлов в различных объектах.

Атомно-абсорбционное определение проводили на спектрофотометре «Сатурн», с пламенным способом атомизации. Светопоглощение измеряли при 248,3 нм для железа, 324,0 нм - для меди, 232,0 нм - для никеля. Концентрацию элемента определяли методом калибровочного графика, линейная зависимость аналитического сигнала от концентрации металла соблюдалась до 5 мг/л. Результаты определения тяжелых металлов фотометрическим и атомно-абсорбционным методами сопоставимы. Следует отметить преимущества атомно-абсорбционного метода, так как он характеризуется низкой относительной ошибкой ( $S_r$  не более 1,5 %), не требует сложной пробоподготовки. Таким образом, атомно-абсорбционный метод можно рекомендовать для экспрессной оценки содержания тяжелых металлов в сточных водах в заводских лабораториях.

**СЕКЦИЯ 3**  
*Обращение с отходами*

## КОМБИНИРОВАННЫЙ ОБЖИГ КРАСНОГО ШЛАМА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЧУГУНА И АЛЮМИНАТНОГО ШЛАКА

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

ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения имени А.А.  
Байкова Российской академии наук», 119334, Россия, г. Москва,  
Ленинский пр-кт, 49;  
grikar84@mail.ru

Ключевые слова: красный шлак, восстановительный обжиг, чугун, алюминатный  
шлак

При переработке бокситов по методу Байера образуется красный шлак, который является отходом алюминиевого производства. Данный вид тонкодисперсных отходов содержит (%): 40-55  $Fe_2O_3$ , 12-20  $Al_2O_3$ , 5-15  $SiO_2$ , 8-14  $CaO$ , 2-5  $Na_2O$ , 2-5  $TiO_2$ , а также незначительные количества других компонентов. В настоящее время эффективные технологии по его переработке отсутствуют и красный шлак практически не используется, а складировается в специальных шламохранилищах. В мире накоплено более 1,5 млрд т этих отходов, и с каждым годом их количество увеличивается. Разработка рациональной комплексной технологии по их переработке поможет решить не только проблему разгрузки шламохранилищ, загрязняющих близлежащие территории, но и получить товарные продукты: чугун и глинозем.

В связи с этим, в ИМЕТ РАН проводятся исследования по разработке процесса комбинированного обжига красного шлама в восстановительной атмосфере с получением чугуна и алюминатного шлака, пригодного для извлечения алюминия при его водном выщелачивании. В состав шихты помимо восстановителя входят добавки  $Na_2CO_3$  и  $CaCO_3$ .  $CaCO_3$  требуется для связывания, содержащегося в красном шламе кремнезема в  $Ca_2SiO_4$ . Добавка  $Na_2CO_3$  необходима для перевода алюминия в водорастворимый алюминат натрия.

В результате исследований было изучено влияние температуры и количества восстановителя на разделение металлической и шлаковой фаз, а также влияние количества добавок  $Na_2CO_3$  и  $CaCO_3$  на формирование заданного фазового состава шлака.

*«Исследование проводится при поддержке гранта Российского  
научного фонда (проект №17-73-10414).*

## ВАРИАНТ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

**Бабинцева М.В., Занозина И.И., Занозин И.Ю.**

*ОАО «Средневолжский научно-исследовательский институт по нефтепереработке», г. Новокуйбышевск, [zanozinaii@mail.ru](mailto:zanozinaii@mail.ru)*

Ключевые слова: нефтешлам, утилизация, мазут, дистилляты, фракционирование

В процессе переработки нефти образуются отходы – нефтешламы. Экологические проблемы, возникающие на предприятиях нефтепереработки и нефтехимии из-за загрязнения окружающей среды нефтесодержащими отходами, как правило, решаются комплексно путем модернизации и оптимизации технологических процессов и вовлечения отходов во вторичную переработку [1-2]. Но ввиду того, что существующие технологии утилизации нефтяных отходов являются недостаточно эффективными, то происходит постоянное увеличение отходов, которые сбрасываются в шламонакопители, что оказывает негативное влияние на состояние почвенно-растительного покрова, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух и на здоровье людей. Имеется множество способов утилизации отходов с применением различного оборудования и установок, но все это требует дополнительных капитальных вложений.

В лабораторных условиях проведен эксперимент с вовлечением, так называемого, нефтешлама вторичных процессов нефтепереработки в количестве 1 и 2% в сырье установки первичной переработки нефти АВТ. Объектами исследования являлись - атмосферный мазут с установки АВТ и нефтешлам с установок вторичных процессов нефтепереработки. В таблице 1 приведены свойства нефтешлама, а также исходного мазута и с добавлением 1% (Обр.1) и 2% (Обр.2) нефтешлама. Как видно из полученных результатов (табл.1), при введении в исходный мазут 1 и 2 % нефтешлама, основные физико-химические характеристики мазута – сырья установки вакуумной разгонки нефти, практически не меняется. Кроме того, для изучения свойств продуктов перегонки мазута [3] проводили исследование фракций (дистиллят НК-360<sup>0</sup>С, вакуумный дистиллят – фр.360-540<sup>0</sup>С и кубовый остаток фр. 540<sup>0</sup>С-КК), выделенных из исходного мазута и двух образцов смесового сырья, на установке «EuroDist Potstill» фирмы «ROFA» для фракционирования тяжелых остаточных нефтепродуктов согласно метода ASTM D 5236 «Стандартный метод определения фракционного состава тяжелых углеводородных смесей (метод вакуумной перегонки)». Результаты исследования выделенных фракций (табл. 2) показали, что

введение 1,0 и 2,0 % нефтешлама не оказывает значительного влияния на свойства выделенных дистиллятов.

**Таблица 1 – Физико-химические характеристики исследуемых образцов**

Наименование показателя	Метод	Мазут	нефтешлам	Обр.1	Обр.2
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 3900	935,5	1009,3	935,7	935,8
Содержание серы, % масс.	ГОСТ Р 51947	2,69	3,74	2,7	2,7
Коксуемость, % масс.	ГОСТ 32392	8,07	4,76	8,06	8,05
Содержание металлов, ppm	МИ №М-049-М/12	28	32	30	31
• Ni		93	96	94	96
• V					

**Таблица 2 – Физико-химические характеристики фракций, выделенных из продуктов исследования**

Наименование показателя	Фр. НК-360 <sup>0</sup> С			Фр. 360-540 <sup>0</sup> С			Остаток выше 540 <sup>0</sup> С		
	Исх. Мазут	Обр.1	Обр.2	Исх. Мазут	Обр.1	Обр.2	Исх. Мазут	Обр.1	Обр.2
Выход фракции, % мас.	4,4	4,4	4,6	48,6	49,4	49,2	46,6	46,1	46,3
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	875,5	876,6	881,2	915,5	914,9	919,8	1014,2	1018,3	1016,3
Содержание серы, % мас.	1,59	1,59	1,7	2,06	2,03	2,2	3,14	3,0	3,06
Коксуемость, % масс.	-	-	-	0,2	0,14	0,18	17,7	17,9	17,6
Содержание металлов, ppm									
• Ni	-	-	-	-	-	-	67	67	67
• V							224	225	218

Таким образом, вовлечение нефтешлама в мазут до 2%, не скажется на качестве сырьевых потоков и не вызовет нештатных ситуаций эксплуатации установок переработки нефти, а с экологической точки зрения позволит снизить содержание вредных нефтесодержащих отходов в окружающей среде.

1. Тыщенко В.А., Занозина И.И., Бабинцева М.В. и др. Вторичное нефтесырьё: источники, изучение, использование//Тез.докл. XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии.- Екатеринбург, 2016.- Т. 3.- С.284

2. Занозина И.И., Бабинцева М.В., Спиридонова И.В. и др. Мониторинг и аналитический контроль качества линзового и ловушечного нефтепродуктов// X всерос.конф. по анализу объектов окружающей среды Рос.фонд фундам.исслед. – Углич: Филигрань, 2016.- С.64

3. Антонов С.А., Занозина И.И., Бабинцева М.В. Химический состав и свойства вакуумных дистиллятов сернистых нефтей// Всерос.науч.-практ.конференции, посвященной 50-летию создания Тюменского индустриального института. –Тюмень, 2013.- С.99-101

# КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ХЛОРОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В УГЛЕРОДНЫЙ НИТЕВИДНЫЙ МАТЕРИАЛ

**Бауман Ю.И.<sup>1</sup>, Мишаков И.В.<sup>1,2</sup>, Ведягин А.А.<sup>1,2</sup>, Буянов Р.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБГУН Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 630090,  
Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 5;

<sup>2</sup>ФГАОУВО «Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет», 634050, Россия, г. Томск, пр-т  
Ленина, 30

[bauman@catalysis.ru](mailto:bauman@catalysis.ru)

Ключевые слова: хлорорганические отходы, каталитическое разложение, углеродный наноструктурированный материал

Хлоруглеводороды являются важными промежуточными продуктами и химическим сырьем и широко используются в различных отраслях промышленности, в том числе в химической, пестицидной, фармацевтической и кожевенной [1]. В то же время, данные соединения являются токсичными, так как относятся к веществам 1-го и 2-го класса опасности [2]. Особую трудность представляет обезвреживание многокомпонентных смесей хлорзамещенных углеводородов, образующихся на ряде химических предприятий. Существующие на сегодняшний день методы переработки хлорорганических отходов (ХО) имеют ряд серьезных экономических и экологических недостатков, препятствующих их эффективному использованию на практике. Таким образом, безопасная переработка ХО в продукты с добавленной стоимостью является актуальной темой для исследований.

В докладе будет рассмотрен предложенный нами каталитический метод, позволяющий извлекать углеродную составляющую из ХО в виде наноструктурированного материала (УНМ). В данном методе в качестве катализаторов используются массивные металлические изделия на основе никеля, а также его сплавы с другими металлами. Показано, что в результате контакта реакционной среды с массивными сплавами под воздействием углеродной эрозии происходит их самопроизвольное диспергирование с образованием активных центров роста УНМ [3].

На рисунке 1 представлены снимки просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) углеродного материала, полученного в результате разложения 1,2-дихлорэтана - основного компонента отходов производства винилхлорида - на никелевых катализаторах.

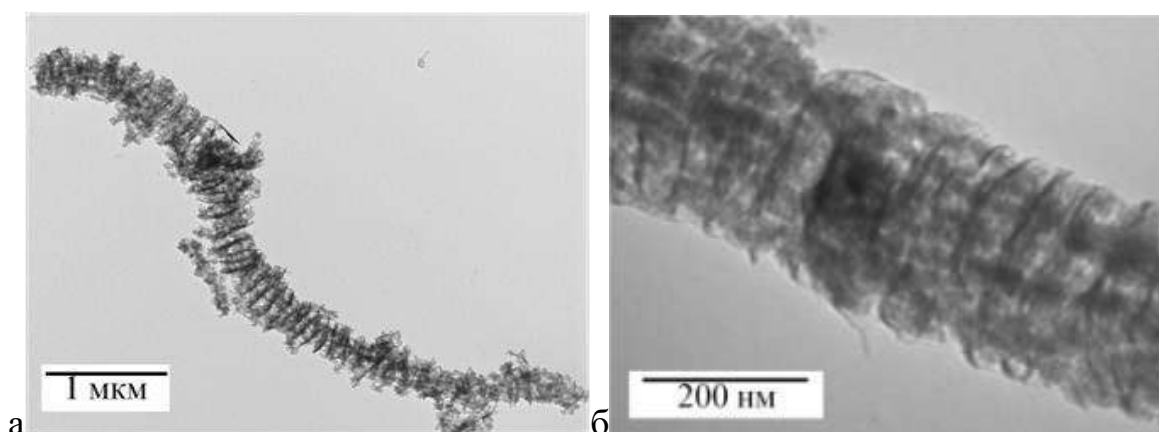


Рисунок 1. Снимки ПЭМ углеродного материала, полученного на NiMo (а) и NiPd (б) катализаторах.

Видно, что углеродные нити характеризуются выраженной сегментной структурой, в которой рыхлые и плотноупакованные блоки графеновых слоёв составлены в более или менее регулярном порядке. Вследствие дефектной упаковки графеновых пакетов в структуре сегментированных нитей, полученный материал характеризуется достаточно высокой удельной поверхностью и объемом пор (280–480 м<sup>2</sup>/г и 0.4–0.6 см<sup>3</sup>/г, соответственно). Подобные макроскопические и текстурные характеристики во многом определяют дальнейшее практическое направление использования данного углеродного продукта, где он может выступать в качестве дисперсного наполнителя или упрочняющей добавки в составе композиционных материалов (полимеров, смазок). Показано, что добавление ~ 0.05% УНМ в состав минерального масла приводит к значительному уменьшению температуры его разогрева и снижению контактного износа в несколько раз.

Разработанный способ переработки ХО с получением УНМ успешно апробирован на кубовых остатках, взятых с производства винилхлорида, трихлорэтилена и хлорметанов (г. Волгоград, г. Саянск).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-33-60074 мол\_а\_дк.*

1. Huang B.B., Lei C., Wei C.H., Zeng G.M. Env. Int., 2014, 71, 118-138.
2. Демина Т.Я, Шаяхметова Л.Р. Вестник ОГУ, 2005, 2(10), 10-13.
3. Mishakov I.V., Bauman Yu.I., Korneev D.V., Vedyagin A.A. TopCatal., 2013, 56(11), 1026-1032.



## ПОЛУЧЕНИЕ ГЕОПОЛИМЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

**Бердникова Л.К.<sup>1</sup>, Полубояров В.А.<sup>1,2</sup>, Коротаева З.А.<sup>1</sup>, Горбунов Ф.К.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН), 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20*  
[liliya\\_baikina@mail.ru](mailto:liliya_baikina@mail.ru)

Ключевые слова: геополимерное вяжущее, диатомит, динас, наполнитель, прочность при сжатии, шамот.

Одно из перспективных направлений в области разработки энергосберегающих инновационных технологий производства строительных материалов – получение альтернативных бесцементных вяжущих веществ. Одним из таких материалов является геополимерное вяжущее. Основные его компоненты – это источники диоксида кремния и оксида алюминия. Подобными источниками может служить широкий спектр как природного сырья, так и техногенных отходов. Особенно перспективным является использование последнего, так как применение такого вида сырья позволило бы значительно снизить стоимость геополимерных вяжущих; получить на его основе недорогие строительные материалы; решить одну из основных современных экологических проблем – проблему утилизации многотоннажных промышленных отходов.

В настоящей работе исследуются два способа получения геополимерного вяжущего. В первом способе для получения сухой смеси вяжущего использовали диатомит Инзенского месторождения. (содержание оксида кремния составляет 73 % ) и оксид алюминия (ТУ 6-09-426-75). Наряду с сухой смесью для образования вяжущего добавляли щелочной активатор – раствор гидроксида натрия. Второй способ получения геополимерного вяжущего отличается тем, что в качестве кремнийсодержащего материала использовали динасовый бой (содержание оксида кремния в динасе составляет 93 %). Зернистость динаса и диатомита составляла  $\leq 0,14$  мм. Навески прекурсоров брались из расчета соотношения атомов Al:Si:Na в геополимерном вяжущем – 1:1:1.

В качестве наполнителя использовали такие материалы, как шамотный бой либо песок, зернистость которых составляла  $\leq 0,14$  мм.

Образцы строительных материалов получали методом литья в специальных формах с последующей термообработкой.

Для полученных образцов строительных материалов прослеживается влияние инертности наполнителя по отношению к активатору (таблица 1). Образцы, наполнителем в которых является шамот, становятся водостойкими после термообработки при 150 °С и выше. Для образцов, в которых наполнитель – песок, термообработки при такой температуре недостаточно для приобретения водостойкости.

**Таблица 1. Влияние температуры обработки на водостойкость образцов на основе вяжущего, полученного первым и вторым способами**

Кремнийсодержащий материал	Наполнитель	Температура обработки, °С				
		25	60	150	300	700
Диатомит	Песок	Р	Р	Р	Р	Н
	Шамот	Р	Р	Н	Н	Н
Динас	Песок	Р	Р	Р	Р	Н
	Шамот	Р	Р	Н	Н	Н

Водостойкость

**Р** – размягчаются (неводостойкие)

**Н** – не размягчаются (водостойкие)

Физико-механические характеристики полученных образцов представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Физико-механические характеристики образцов на основе вяжущего, полученного первым и вторым способами**

Кремнийсодержащий материал	Наполнитель	Температура обработки, °С	Предел прочности при сжатии $\sigma$ , МПа	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение $w$ , %
Динас	Песок	700	23,7	1,75	12,0
	Шамот		35,1	1,68	14,6
Диатомит	Песок		18,1	1,60	12,4
	Шамот		68,9	1,62	13,2

Из таблицы 2 видно, что полученные значения прочности синтезированных материалов не уступают прочности материалов, применяемых в современном строительстве.

# СИНТЕЗ 1,4-ДИГИДРОКСИ-2-НАФТОЙНОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТАЛЕВОГО АНГИДРИДА

**Васильева Т.В., Осипова М.П.**

*ФГБОУ ВО "Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова", 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр.,15;  
[tava52@mail.ru](mailto:tava52@mail.ru)*

Ключевые слова: 1,4-нафтохинон, 1,4-дигидрокси-нафталин, 1,4- дигидрокси-2-нафтойная кислота

Побочным продуктом производства фталевого ангидрида методом парофазного каталитического окисления нафталина является токсичный 1,4-нафтохинон (ПДК=0,1 мг/м<sup>3</sup>). 1,4-Нафтохинон как легко возгоняемый продукт концентрируется в абгазах, из которых вместе с другими продуктами осаждаются водным орошением. Твердые осадки удаляют со скрубберов механически и далее практически не используют, их вывозят в отвал, что может привести к опасным уровням загрязнения окружающей среды.

Для выделения 1,4-нафтохинона скрубберный конденсат отмывали горячей водой от фталевой и малеиновой кислот, из нерастворимой части отходов 1,4-нафтохинон экстрагировали гексаном. Получен чистый 1,4-нафтохинон желтого цвета с содержанием основного вещества 98%. Среднее содержание 1,4-нафтохинона в отходах составляет 7-8%. В дальнейшем мы отказались от выделения чистого 1,4-нафтохинона, а разработали способ получения 1,4-дигидрокси-нафталина восстановлением нерастворимого остатка железом в присутствии серной кислоты при кипячении в водном растворе. Образующийся при этом 1,4-дигидрокси-нафталин растворяется в горячей воде и выпадает при охлаждении. Выход практически количественный в расчете на содержание 1,4-нафтохинона в отходах, т.пл. 192-194°C.

Карбоксилированием 1,4-дигидрокси-нафталина в условиях реакции Кольбе (CO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), карбонилированием в условиях реакции Вильсмейера (DMFA, POCl<sub>3</sub>) получены соответственно 1,4- дигидрокси-2-нафтойная кислота и 1,4-дигидрокси-2-нафтойный альдегид. Последние, а также их азотсодержащие производные, представляют интерес для синтеза потенциально биологически активных соединений.

Выполненная разработка, наряду с возможностью получения ценных продуктов, способствует решению проблемы утилизации отходов производства фталевого ангидрида.

## ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОХЛОРИТА КАЛЬЦИЯ

**Ефимов Ю.Т., Филиппов В.М., Михайлюк А.А., Хваткин Н.В.,  
Андреева И.Р., Чернобровина Е.П., Хитров Н.В.**

*ПАО «Химпром» 429952 Россия, г. Новочебоксарск, ул.  
Промышленная, 101; [efimov@himprom.com](mailto:efimov@himprom.com)*

Ключевые слова: гипохлорит кальция, отходы, переработка

В ПАО «Химпром» в настоящее время завершается создание производства нейтрального высококонцентрированного гипохлорита кальция. Гипохлорит кальция будет выпускаться в соответствии с ТУ 20.13.32-557-05763441-2017. Массовая доля активного хлора в товарном продукте – не менее 65%, гарантийный срок хранения – 8 лет.

Гипохлорит кальция является высокоэффективным, дезинфицирующим и отбеливающим средством. Характеризуется довольно высокой стабильностью при хранении, удобством при транспортировании. Широко применяется при очистке сточных вод.

Технология производства нейтрального гипохлорита кальция включает получение осадка двуосновной соли гипохлорита кальция, его выделение и хлорирование в присутствии гипохлорита натрия, выделение и сушка нейтрального гипохлорита кальция с получением товарного ГХК. Были сформулированы специфические требования к сырью (извести), используемому для производства гипохлорита кальция, проведены анализы продукции основных производителей извести.

Основной отличительной особенностью технологии является полный возврат в технологию производства маточника со стадии выделения готового продукта и вывод хлорида натрия, основного побочного продукта, с маточником со стадии выделения двуосновной соли гипохлорита кальция. Двуосновная соль характеризуется низкой растворимостью в воде и содержание активного хлора в образующемся маточнике не превышает 3%. Маточник имеет состав (%):  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  – 2,8,  $\text{NaCl}$  – 12,0,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – 1,0,  $\text{CaCl}_2$  – 4,9. Кроме того образуются твердые отходы, содержащие, %:  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  – 2,0,  $\text{NaCl}$  – 86,3,  $\text{NaOCl}$  – 3,2. Количество маточника составляет 3,5 т/т, твердого отхода – 0,23 т/т.

Технология предполагает растворение соли, очистки смеси маточника и раствора соли от примесей (гипохлорита подкислением и отпаркой), концентрирование раствора хлоридов натрия и кальция и их разделение с получением товарных гипохлорита натрия и раствора хлористого кальция и раствора хлорида натрия с направлением последнего в производство хлора и каустика.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО ПОЛИМЕРНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

**Костромина Н.В., Сербин С.А., Ивашкина В.Н.**

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, д.9;  
kostroma2008loko@rambler.ru*

Ключевые слова: модифицированное битумное вяжущие, резиновая крошка, вторичные полиолефины, ремонт дорожных покрытий.

Возрастающие требования потребителей к долговечности дорог, а, следовательно, и к качеству битумных вяжущих стимулирует развитие новых технологий и способов модификации. Производимые сегодня битумные вяжущие, модифицированные полимерами, обеспечивают высокие эксплуатационные свойства. К числу недостатков этих материалов следует отнести склонность систем к расслаиванию и неустойчивость к термоокислительной деструкции. Анализ опыта применения модификаторов для повышения качества битумов показал, что для повышения реологических и физико-механических характеристик битумов обычно используют различные виды полимеров.

Для снижения затрат на ремонтные расходы и улучшения основных показателей битумных вяжущих разработан гранулированный суперконцентрат на основе полимерного сырья – вторичных полиолефинов и резиновой крошки, полученной при утилизации автомобильных шин. Для совмещения модификаторов с битумным вяжущем использован ряд суперсмазывателей и компатибилизаторов [1], [2]. Целесообразность такого способа модификации определяется не только экологической составляющей, но и вторично использовать специфические свойства каучука – эластичность, оставляющего основу резины. За счёт связывания частиц резины между собой и компонентами битума у систем появляется достаточная для эксплуатации эластичность. Резина придает жесткость связующему веществу и повышает упругость (уровень обратимой деформации) в тех диапазонах температур, в которых происходит эксплуатация дорожного покрытия, что позволяет снизить чувствительность дорожного покрытия к температуре и повысить устойчивость к остаточной деформации (образование колеи) и усталостную прочность.

В ходе проведённых исследований разработаны научные основы технологии производства модификаторов для асфальтобетонных смесей, внедрение которых позволит получать дорожные покрытия с улучшенным качеством и долговечностью:

- Теплостойкость инновационных асфальтобетонов повышена на 7-10 °С при сохранении эластичности покрытий при отрицательных температурах. Это позволит укладывать дорожные покрытия в регионах с различным климатом.

- Сцепление компонентов асфальтобетонных смесей (полимерно-битумного вяжущего с поверхностью минеральной части) повышается за счет образования между ними прочных химических связей. Это приведет к повышению сдвигоустойчивости, снижению колейности, увеличению межремонтных интервалов, продлению срока эксплуатации дорожных покрытий.

- Полимерный модификатор позволит значительно расширить температурный интервал эксплуатации битумных вяжущих (битум дорожный: температура размягчения 47 °С, модифицированный: 72 °С), при этом сохранится эластичность (она обеспечивает трещиностойкость асфальтобетона) при – 50 °С.

- Полимерный модификатор технологичен – его можно будет вводить «сухим» способом в асфальтобетонную смесь или «мокрым» способом в битумное вяжущее. Преимущество полимерного модификатора – полностью совместим и растворим в битумном вяжущем, что обеспечивает стабильность свойств материала при эксплуатации.

- Производство модификатора решает важную проблему – использование вторичного полимерного сырья как способ утилизации полимерных отходов.

- Снижение энергоемкости производства и увеличение производительности асфальтобетонных заводов за счет сокращения времени получения асфальтобетонных смесей.

1. Осипчик В.С., Костромина Н.В., Олихова Ю.В., Ивашкина В.Н., Аристов В.М., Сербин С.А. Повышение эксплуатационных свойств резинонаполненных битумных вяжущих // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 8. – С. 50-53.

2. Осипчик В.С., Костромина Н.В., Олихова Ю.В., Ивашкина В.Н., Аристов В.М., Сербин С.А. Резинонаполненный дорожный битумный материал с улучшенными эксплуатационными свойствами // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 22. – С. 57-60.

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ $Al^{3+}$ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМ ПРОДУКТОМ ИЗ РИСОВОЙ МУЧКИ

**Макаренко Н.В.<sup>\*1</sup>, Ковехова А.В.<sup>2</sup>, Арефьева О.Д.<sup>2</sup>,  
Ковалева Е.В.<sup>1</sup>, Земнухова Л.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт химии Дальневосточного отделения РАН,  
690022, Россия, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159,  
[makarenko@ich.dvo.ru](mailto:makarenko@ich.dvo.ru)*

<sup>2</sup>*Дальневосточный федеральный университет,  
690922, Россия, г. Владивосток, о. Русский, б. Аякс-10*

Ключевые слова: рисовая мука, ионы алюминия, извлечение

Загрязнение окружающей среды приводит к аккумуляции в живых системах поллютантов различной природы, в том числе, соединений алюминия. Потребность в экологически безопасных сорбентах является одной из актуальных проблем. Тенденция к поиску и созданию новых адсорбционно-активных материалов природного происхождения все чаще направлена на сельскохозяйственные отходы, ежегодно накапливающиеся в значительном количестве. Исследования, проводимые в Институте химии ДВО РАН, показали, что фосфорсодержащий продукт, выделенный из рисовой муки, содержащий производные инозитгексафосфорной (фитиновой) кислоты, может быть использован при создании хелатных сорбентов для удаления ионов ряда металлов из водных растворов [1]. Цель данной работы – исследовать условия извлечения ионов алюминия из водных растворов фосфорсодержащим продуктом, полученным из муки риса сорта «Луговой» Дальневосточной селекции.

Содержание  $Al^{3+}$  в растворах определяли спектрофотометрическим методом. Степень извлечения ионов алюминия ( $\eta$ , %) рассчитывали по формуле:

$$\eta = \frac{C_{исх.} - C_p}{C_{исх.}} \cdot 100 \%, \text{ где } C_{исх.} \text{ и } C_p \text{ – исходная и равновесная концентрации, мг/л.}$$

В результате проведенных исследований по изучению процесса извлечения ионов металла из водных растворов сульфата алюминия (концентрация 30 мг/л в пересчете на  $Al^{3+}$ ) выбраны оптимальные условия проведения экспериментов для достижения максимальной степени извлечения. При соотношении массы образца к объему раствора Т:Ж = 1:2500 уже через 10 мин ионы алюминия удаляются из водного раствора на 97 %; через 30 мин устанавливается равновесие в



распределении ионов металла между раствором и сорбентом; степень извлечения ионов  $Al^{3+}$  достигает при этом 99 % (рис.1).

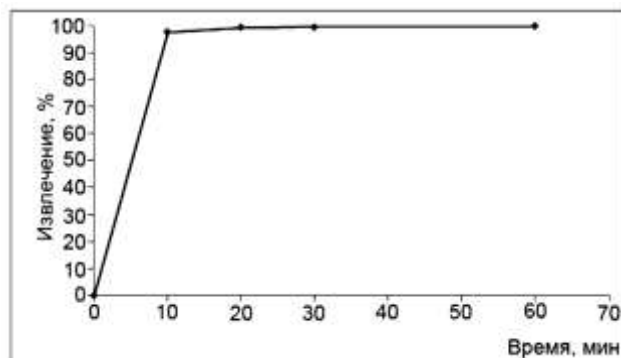


Рис. 1. Извлечение ионов алюминия из водного раствора

После внесения фосфорсодержащего продукта в водный раствор сульфата алюминия (концентрация 30 мг/л в пересчете на  $Al^{3+}$ ) кислотность среды незначительно снижается, затем плавно повышается и через 28 мин кривая выходит на плато (рН 5,4).

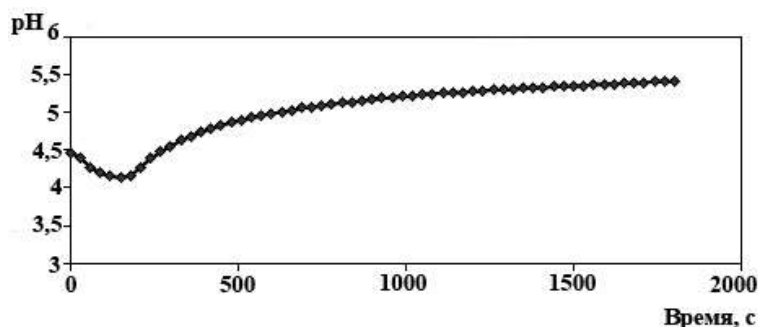


Рис. 2. Кинетическая кривая изменения значения рН среды в процессе извлечения ионов алюминия из водного раствора

Данные исследования позволяют предложить принципиальную возможность применения хелатных сорбентов, полученных из отходов производства риса, при создании экологически безопасных полифункциональных материалов для удаления ионов алюминия в медико-биологических процессах, технологиях, связанных с получением продуктов, безопасных в санитарно-гигиеническом отношении и требующих использования методологии зеленой химии.

1. Макаренко Н.В., Ярусова С.Б., Азарова Ю.А., Земнухова Л.А. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов сорбентом из отходов производства риса // Вестник ДВО РАН. 2015. № 4. С. 94 – 99.

Работа поддержана Российским научным фондом, проект 17-73-10088 «Полифункциональные материалы из возобновляемого сырья».

# ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СВИНОКОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И НОВОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА

**Макаренков Д.А., Ключенкова М.И., Назаров В.И.**

НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА, 107076 Москва, Богородский  
Вал, 3. Россия, [nazarov\\_vi41@mail.ru](mailto:nazarov_vi41@mail.ru), [makarekovd@gmail.com](mailto:makarekovd@gmail.com),  
[klyushenkova@gmail.com](mailto:klyushenkova@gmail.com)

Ключевые слова: утилизация, жидкие отходы, метантенк, биогаз, реактор СКВО,  
метан, углекислый газ, метанол

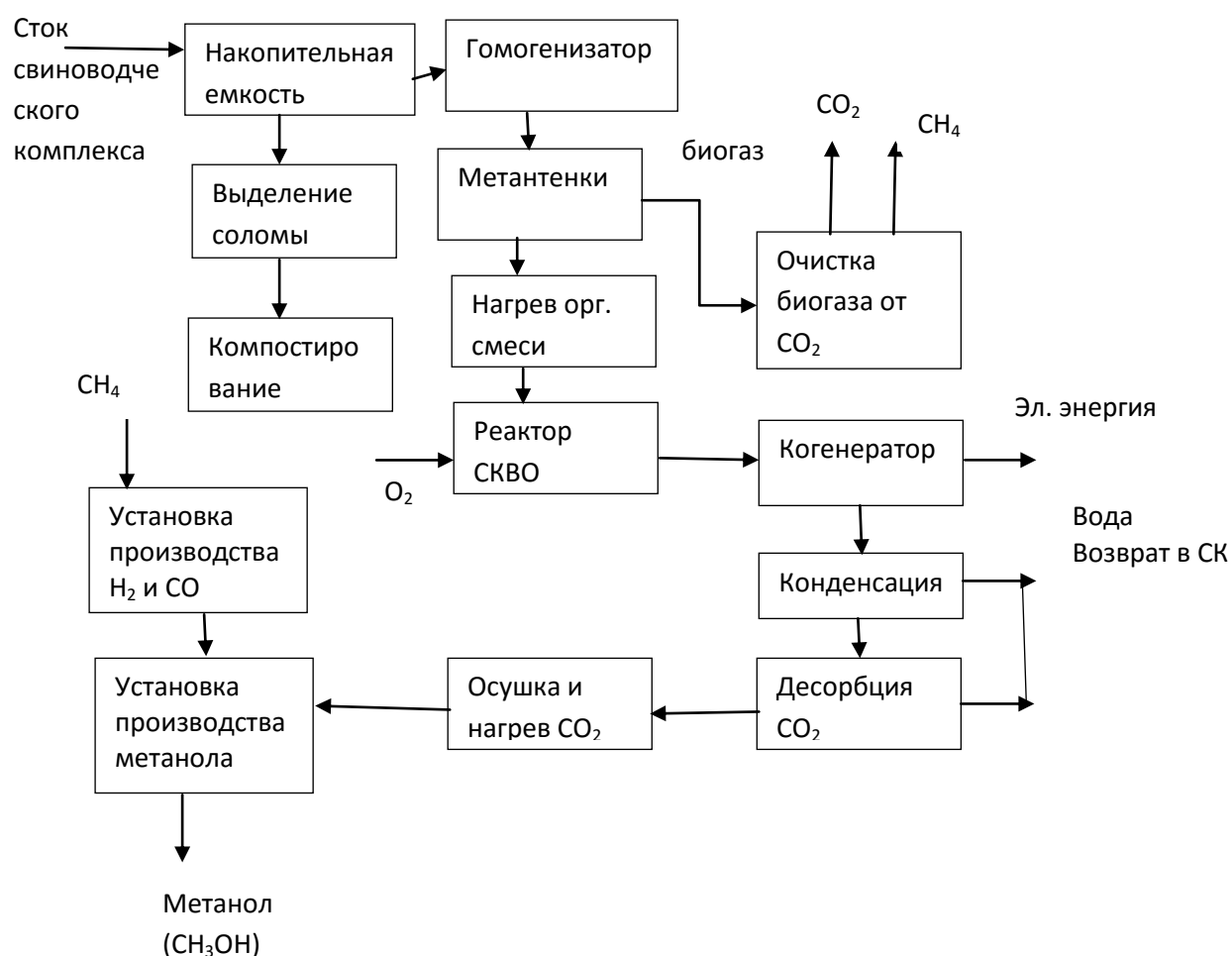
Утилизация навозных стоков свиноводческих комплексов в настоящее время является актуальной задачей, решать которую целесообразно, применив современные технологии переработки с выходом на получение целевого продукта. Во ФГУП «ИРЕА» разработана схема комплексной переработки стоков свиноводческого комплекса (СК), см. рисунок. Схема включает следующие стадии: 1. отделение подстилочной соломы от жидких стоков (ЖС) с последующим её компостированием; 2. анаэробное сбраживание ЖС в метантенках, с получением биогаза (65%  $\text{CH}_4$  и 35%  $\text{CO}_2$ ), собираемого в газгольдере с последующей доочисткой от  $\text{CO}_2$ ; 3. сбраживание жидких осадков из метантенков в реакторе сверхкритического водного окисления (СКВО); 4. производство метанола по новой трёхфазной технологии.

Далее рассматриваются процессы, протекающие на стадиях СКВО и получения метанола. Для окисления органических веществ в реакторе на установке СКВО используется кислород, вырабатываемый методом адсорбции на оборудовании фирмы «ГРАСИС». При наличии в сброженном осадке органических веществ не ниже 30%, реактор СКВО работает в автоматическом режиме при давлении  $P = 30\text{МПа}$  и температуре  $T = 400^\circ\text{C}$  [1]. При этих условиях ЖС переходят во флюидное состояние, что обеспечивает активный процесс разложения. При этом образуется водяной пар, содержащий  $\text{CO}_2$ . После сброса давления и утилизации тепла в когенераторе проводят конденсацию с нейтрализацией и вода возвращается в свинокомплекс в качестве технической воды для смыва.

Полученный газ  $\text{CO}_2$  в результате десорбции, осушки и нагрева поступает в установку получения метанола. Избыточный  $\text{CO}_2$  переводят в жидкую углекислоту, используемую в дальнейшем в качестве товарного продукта.

Метанол производят по новой технологии в трёхфазной системе: газ, жидкость и твёрдый катализатор. При этом катализатор вводится в подвижный высокомолекулярный органический раствор, создающий более полный контакт с газовой смесью. При изотермическом процессе синтеза выход метанола увеличивается до 15-20% в отличие от стандартной двухфазной технологии с выходом 4% метанола [2].

Замена неподвижного слоя катализатора на катализатор, движущийся с жидкой фазой упрощает систему съёма тепла, выделяющегося при синтезе. Полученный после синтеза метанол-сырец содержит примеси, удаляемые при многостадийной ректификации. Он широко используется в химической промышленности и газопереработке.



**Рис. Функциональная схема переработки отходов свиного комплекса**

1. Мазалов Ю.А. Опыт и перспективы применения процессов водного окисления для рентабельной экологии/Ю.А. Мазалов, А.В.Меренов, А.В. Захаров, Д.В. Ерофеев /V Международная научно-практическая конференция «Сверхкритические флюиды: фундаментальные основы, технологии, инновации», тезисы докладов 15-18 сентября 2009 г, г. Суздаль, с. 37; 2. Продан, В. Д. Малотоннажное производство метанола / В. Д. Продан, М. И. Ключенкова, Е. И. Бородачева // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2013. - № 7. - С. 17-18.

## ПОЯВЛЕНИЕ МУТАНТНОЙ КУЛЬТУРЫ *A. NIGER* AM1, БОЛЕЕ АДАПТИРОВАННОЙ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ, ЧЕМ ПРЕДКОВАЯ КУЛЬТУРА

Миндубаев А.З., Акосах Й.А., Бабынин Э.В.<sup>б</sup>, Яхваров Д.Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ  
РАН, 420088, ул. Арбузова 8, г. Казань, Россия.

<sup>б</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
ул. Университетская 18, г. Казань, Россия  
[mindubaev@iopc.ru](mailto:mindubaev@iopc.ru); [mindubaev-az@yandex.ru](mailto:mindubaev-az@yandex.ru)

Ключевые слова: белый фосфор, *Aspergillus niger*

Очень интересно спонтанное появление в среде с белым фосфором культуры *Aspergillus niger* AM1 с измененной морфологией и окраской, быстрее растущей в среде с исследуемым ксенобиотиком. Возможно, это результат мутации и дальнейший этап адаптации микроорганизма к среде, содержащей белый фосфор.

Мы произвели пересев культуры *A. niger* AM1 по стандартной схеме, в трех повторах. Первые признаки роста (появление бахромы субстратного мицелия белого цвета вокруг старых колоний) стали наблюдаться через 6 суток после посева. Через 11 суток колонии образовали воздушный мицелий, окрасившийся в темно-желтый цвет. Через 12 суток появились первые конидиеносцы. Через 49 суток во всех повторах колонии были покрыты черной россыпью спор. Это доказывает, что и в среде с белым фосфором аспергилл может сохранять нормальную фертильность. Обращает на себя внимание тот факт, что в одном повторе колония стала развиваться быстрее, чем в других, хотя условия были совершенно идентичны. Возможно, это следствие мутации, обеспечившей лучшую приспособленность к необычным (и экстремальным) условиям существования.

После добавления равного объема культуральной среды на 53 день между лидирующей в росте культурой и остальными накопилось еще больше различий. Через 55 суток после посева лидирующая культура стала вырабатывать пигмент и приобретать более насыщенную желтую окраску. Через 56 суток она стала оранжевой [1]. Колонии в остальных двух повторах растут медленнее и имеют гораздо более светлую окраску. Через 59 суток окраска лидирующей колонии была визуальным образом охарактеризована как темно-оранжевая. Окрасилась не только колония, но и культуральная среда, т.е. пигмент хорошо растворим в воде. Примерно в это время мы дали этому аспергиллу неофициальное

название «рыжий гриб». На рис. продемонстрирован внешний вид колоний на 73 день после посева.



**Рис.** Слева – культура аспергилла, отличающаяся от прочих усиленным ростом («рыжий гриб»). Обращает на себя внимание необычно яркая окраска этой культуры. Справа – другой повтор посева, растущий медленнее. Снимок сделан через 73 суток после посева.

Через 180 суток произвели пересев «рыжего» *A. niger* AM1. Через две недели колония созрела. Культура, судя по виду и окраске спор, безусловно, является черным аспергиллом, но морфология колонии необычная. Воздушный мицелий низкий, споры формируются почти на поверхности среды. В первые двое суток культура отличалась от предковой выделением в среду желтого пигмента, но после созревания спор становилась такой же черной и неотличимой. Это является еще одним свидетельством того, что в культуре произошла мутация. Впрочем, требуется более детальное изучение морфологии этого аспергилла. А судя по тому, что «рыжий» гриб эффективнее набирал биомассу в среде с белым фосфором, эта мутация повышает его приспособленность к существованию в данной среде. Было принято решение назвать эту культуру AM2 [2].

[1] Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Хаяров Х.Р., и др. Бутлеровские сообщения, 2017, 51, (8), 1-26.

[2] Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., и др. Бутлеровские сообщения, 2017, 52, (12), 87-118.

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УТИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ

**Назаров В.И., Макаренков Д.А., Попов А.П., Ключенкова М.И.**

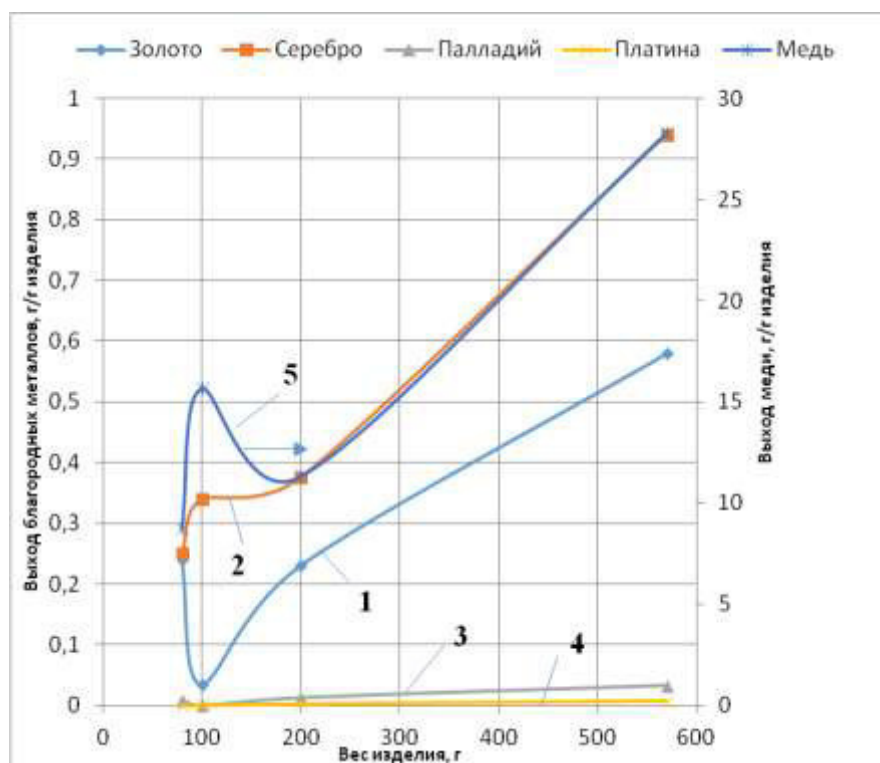
*НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА, 107076 Москва, Богородский  
Вал, 3. Россия, [nazarov\\_vi41@mail.ru](mailto:nazarov_vi41@mail.ru)*

*ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»  
107023 Москва, ул. Б. Семёновская, 38. Россия, [Schreib@yandex.ru](mailto:Schreib@yandex.ru)*

Ключевые слова: телефон, смартфон, планшет, электронная книга, методы переработки, реактор пиролиза, электродинамическая сепарация.

В настоящее время уровень развития страны определяется использованием информационных технологий, которые обеспечиваются мобильными устройствами связи (телефон, смартфон, планшет, электронная книга). Срок эксплуатации таких электронных устройств определяется жизненным циклом этих изделий. При переработке МУС используются комплексные технологии [1]. Перспективность таких способов определяется получением целевого продукта в виде золота, серебра, платины, палладия и меди. Была разработана технологическая схема утилизации МУС, которая включает следующие стадии: 1. разборка и сортировка с выделением аккумуляторов и металлических и полимерных компонентов; 2. дробление и измельчение до размеров фракций заданного гранулометрического состава [2]; 3. низкотемпературный пиролиз электронного лома с получением смеси технического углерода с металлами, печного топлива, технических масел и пиролизного газа, возвращаемого в цикл; 4. смесь пирокарбона с металлами подвергается дополнительному дроблению, электродинамической сепарации с выделением пирокарбона и смеси металлов; 5. металлы подвергаются плавлению в электропечи с выделением легкоплавкой и тугоплавкой фракций (техническая медь, золото и серебро).

В нашей работе и по данным других авторов установлено, что выделение из одной тонны электронного лома меди, золота, серебра, палладия и платины является конкурентным по сравнению с их получением из природного сырья [3]. На рисунке представлены данные по выходу ценных компонентов для МУС. При весе изделий от 80 до 570 г. выход золота и серебра составляет 0,03-0,94 г/г изделия, а меди от 8,75 до 28,3 г/г изделия.



**Рис. Зависимость выхода ценных компонентов от вида изделия МУС (г): (телефон – 80; смартфон 100; электронная книга 200; планшет – 570): 1 – золото; 2 – серебро; 3 – палладий; 4 – платина; 5 - медь**

Особенностью технологии является работа двух реакторов пиролиза периодического действия. При пиролизе  $T_{\text{раб.}} = (500 - 700)^{\circ}\text{C}$  образуется пиролизный газ, который после конденсации переходит в печное топливо и технические масла. Несконденсированный пиролизный газ является источником топлива, который используется при обогреве реакторов. Оба реактора работают по специальной циклограмме, что обеспечивает постоянный выход пиролизного газа. Линия с двумя реакторами при производительности 480 кг/сут обеспечивает выход ценных продуктов (г/сут): Au – 432г; Ag – 4000 г; Cu – 36860г; Pd – 1440 г. Разработанная технологическая схема обеспечивает экологическую безопасность процесса.

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 15-2016 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов))». М.: Бюро НДТ, 2016 г. - 208 с.

2. Назаров В.И. Рагозина Н.М., Д.А. Макаренков, Ставровский М.Е., Четвертаков А.П. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твёрдых отходов: учебное пособие под ред. В.И. Назарова. - М.: Изд. Альфа-М: ИНФРА-М, 2014 г., - 464 с.

3. Лолейт С. И. «Разработка экологически чистых технологий комплексного извлечения благородных и цветных металлов из электронного лома»/ авторефер. дисс. докт. техн. наук. М.: 2010 - 47 с.



# ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА И УГЛЕГРАФИТОВЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

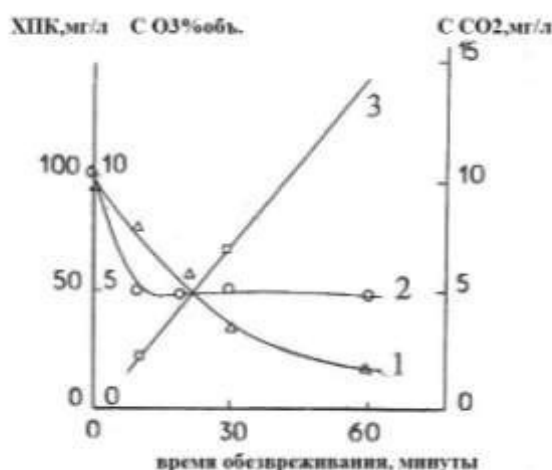
**Потапова Г.Ф., Ключихин В.Л., Путилов А.В., Смолянский А.С.,  
Воронцов П.С.**

*Филиал АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», 105064, Россия, г. Москва, ул.  
Воронцово поле, д. 10., potapova@nifhi.ru*

Ключевые слова: обезвреживание, озон, углеродные материалы

В докладе представлена информация об использовании различных вариантов электрохимического озон-пероксидно-сорбционного способа обезвреживания отходов реальных производств и типовых растворов.

Рис. 1 иллюстрирует кинетику эффективности обезвреживания стоков производства «Пластмасс».



**Рис.1** Кривая 1- ХПК, 2- объемная доля озона в озон-кислородной смеси на выходе из реактора, 3 - количество образовавшегося CO<sub>2</sub>.

Видим, что эффективность обезвреживания достигает 82% после 60 минут. Заметим, что при обезвреживании газоразрядным озоном в течение 2 часов это только 70-75%.

В связи с развитием автомобильной промышленности острой проблемой является разработка эффективных, экологически безопасных методов обеззараживания отходов. Широко используются незамерзающие жидкости МК-002-R2 и МК-001-Rd («Cat ELC»), основным компонентом которых является токсичный этиленгликоль.

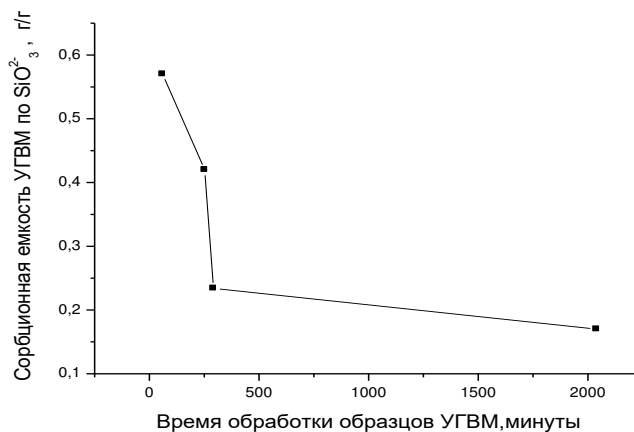
**Таблица 1. Результаты по обезвреживанию растворов антифризов.**

Марка антифриза	ХПК мгр./л Исходный образец	Сорбционная емкость УГВМ г/г, Исходный образец	ХПК мгр./л После сорбции и озонирования 30 минут	ХПК мгр./л После озонирования 120 минут
Cat ELC Красный	253,8	0,51	213	70
Mobil зеленый	259,0	0,468	167	131,4



Разрабатываемая нами электрохимическая озон-пероксидная технология с применением катодов из углеграфитовых волокнистых материалов позволяет использовать катод в качестве самостоятельного технологического узла для обезвреживания отходов производств от ионов металлов:  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{SiO}^{-2}_3$ .

Изучено влияние времени сорбции, времени сушки образцов УГВМ на эффективность извлечения  $\text{SiO}^{-2}_3$  из щелочных травильных растворов.



**Рис.2. Характер изменения сорбционной емкости УГВМ марки «Бусофит» после сорбции  $\text{SiO}^{-2}_3$**

Полученные результаты показывают, что УГВМ могут быть использованы для извлечения  $\text{SiO}^{-2}_3$  из щелочных травильных растворов.

Таким образом, разрабатываемый электрохимический озон-пероксидно-сорбционный способ позволяет эффективно обезвреживать промышленные стоки.

## УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОЛОТХОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Пригожева Д.С., Тарчигина Н.Ф.

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

Ключевые слова: золоотходы, теплоэлектростанции, уголь

Россия является одним из мировых лидеров по производству угля. Традиционно уголь рассматривается как органическое ископаемое топливо, которое используется для прямого сжигания в котлах с целью производства тепловой и электрической энергии. В процессе деятельности предприятий электроэнергетики образуется много золоотходов. В тоже время золоотходы и - ценное сырье, которое можно эффективно использовать в самых разных сферах так как они относятся к отходам пятого класса опасности (практически безопасные).

С помощью современных методов исследования проведено изучение химического состава, физико-химических свойств утилизируемых золоотходов и установлена достаточно высокая их стабильность.

Химический и минерально-фазовый составы, строение и свойства данных отходов зависят от состава минеральной части топлива, его теплотворной способности, режима сжигания, способа их улавливания и удаления, места отбора из отвалов. Таким образом, можно сделать вывод о том, что количество, свойства, направления и возможность утилизации отходов предприятий теплоэнергетики напрямую зависит от вида топлива, используемого при получении тепловой и электрической энергии, что в свою очередь обуславливается расположением месторождения твердого топлива.

Поэтому разработка методов и средств утилизации промышленных золоотходов, является важной экологической проблемой, позволяющей существенно повлиять на улучшение экологической обстановки и снизить экологический ущерб наносимый природе. Для снижения антропогенного воздействия и более эффективной утилизации этих отходов необходимо проводить исследования по изучению их свойств, разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологии их переработки.

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА – ПЫЛИ ОГНЕУПОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Рачкован Н.В., Тарчигина Н.Ф.**

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

Ключевые слова: охрана природы, отходы, пыль, удобрения

Проблема охраны природы особенно остро стоит в районах сосредоточения промышленных предприятий, которые загрязняют окружающую среду отходами производства – выбросами в атмосферу большого количества пыли и газов.

Вовлечение этих отходов в технологический процесс или применение их в качестве самостоятельного товарного продукта в иных отраслях решает экологические, технологические и экономические проблемы.

Огнеупорные материалы изготавливаются на основе минерального сырья и отличаются способностью сохранять без существенных нарушений свои функциональные свойства при высоких температурах.

К загрязняющим веществам при производстве огнеупоров относится и пыль, образующаяся в ряде технологических операций.

В данной работе показаны некоторые результаты исследований свойств пыли – отхода огнеупорного производства и возможности вовлечения ее в товарную продукцию, что позволяет снизить отрицательное влияние техногенных факторов на природу и способствует улучшению экологической обстановки.

Для комплексного исследования химического состава пыли были применены рентгеноспектральный, рентгенографический, методы анализа.

Проанализировав свойства уловленной пыли можно сказать, что порошок содержит около 80% оксида магния в легко растворимой форме, с маленьким количеством примесей, что позволяет использовать его в качестве удобрения, как основного, так и в комплексе с другими элементами в сложных удобрениях.

В результате уловленная пыль из отхода производства превращается в товарный продукт, делая производство безотходным, что крайне актуально.

# ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРИМЕНЕНИЯ ЛАККАЗ БАЗИДИОМИЦЕТА *Trametes hirsuta* 072 ДЛЯ БИОДЕГРАДАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ЭСТРОГЕНОВ

**Савинова О.С.<sup>1\*</sup>, Васина Д.В.<sup>1</sup>, Сольев П.Н.<sup>2</sup>, Федорова Т.В.<sup>1</sup>,  
Тяжелова Т.В.<sup>1</sup>, Савинова Т.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт биохимии им. А.Н. Баха ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук, 119071, Россия, Москва, Ленинский проспект, 33, строение 2;

\* [savinova\\_os@rambler.ru](mailto:savinova_os@rambler.ru)

<sup>2</sup>Институт молекулярной биологии имени В.А. Энгельгардта РАН, 119991, Россия, Москва, ул. Вавилова, 32;

[solyev@gmail.com](mailto:solyev@gmail.com)

<sup>3</sup>Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1, строение 3;

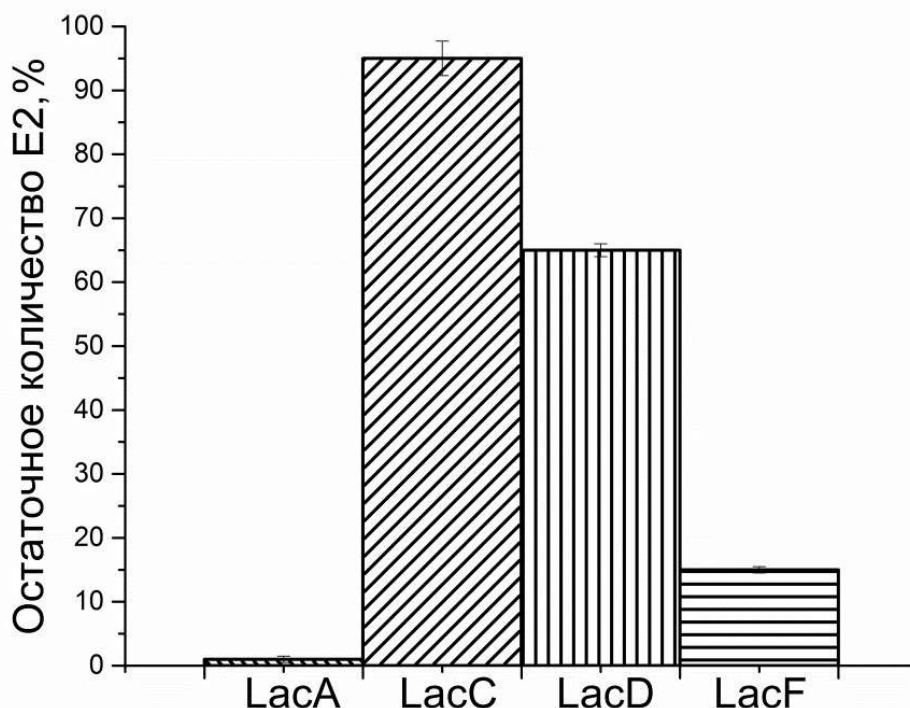
[savinova@org.chem.msu.ru](mailto:savinova@org.chem.msu.ru)

Ключевые слова: лакказа, *Trametes hirsuta*, биодegradация, эстрадиол

Стероидные соединения ряда эстрана, содержащие ароматическое кольцо А, являются активными ингредиентами лекарственных средств, широко используемых как для контрацепции, так и для лечения ряда онкологических и гинекологических заболеваний. Промышленное производство субстанций эстрогенов и препаратов на их основе создает необходимость детоксикации стоков, так как эстрогены являются веществами 1 класса опасности и могут оказывать негативное влияние на репродуктивную функцию различных живых организмов, а также проявлять канцерогенную активность [1]. Биологическая очистка сточных вод считается предпочтительным методом не только с экологической точки зрения, но и с экономической, так как требует меньше энергозатрат по сравнению с химическими методами обработки.

Известна способность базидиальных грибов трансформировать различные фармацевтические соединения, включая эстрогены [2]. Предполагается, что это происходит под действием мультиферментного комплекса грибов, важными компонентами которого являются лакказы (ЕС 1.10.3.2) - медьсодержащие оксидоредуктазы, катализирующие окисление различных фенольных соединений. Лакказы базидиомицета *Trametes hirsuta* 072 представлены мультигенным семейством, состоящим из 7 изоферментов (LacA, LacB, LacC, LacD, LacE, LacF и LacG) [3], отличающихся своими биохимическими свойствами [4].

В настоящем исследовании впервые изучен потенциал применения препаратов изоферментов лакказ *T. hirsuta* 072 (нативной LacA и рекомбинантных rLacC, rLacD и rLacF) для биodeградации 3,17β-дигидроксиэстра-1,3,5(10)-триена (эстрадиол, E2) в водной среде (pH 4,5). Оценка содержания эстрадиола и продуктов его трансформации проводилась методом количественной ВЭЖХ. Обнаружено, что все изученные изоферменты способны модифицировать эстрадиол, однако наибольшая активность наблюдалась у изофермента LacA, представляющего собой мажорную форму лакказы *T. hirsuta* 072. Для остальных лакказ активность убывала в следующей последовательности rLacF > rLacD > rLacC, что соответствует величинам окислительно-восстановительного потенциала T1-центров лакказ (рис.1). Настоящая работа может послужить основой для разработки новых систем ремедиации отходов фармацевтического производства.



**Рис.1** Остаточное количество E2 (%) в зависимости от использованного изофермента лакказы после 120 час обработки при комнатной температуре

1. Adeel M., Song X., Wang Y. et al. Environment International, 2017, 99, 107–119.
2. Olicón-Hernández D.R, González-López J., Aranda E., Front. Microbiol, 2017, 8, 1-17.
3. Vasina D.V., Mustafaev O.N., Moiseenko K.V. et al. Biochimie, 2015, 116, 154-164.
4. Savinova O.S., Moiseenko K.V., Vavilova E.A. et al. Biochimie, 2017, 142, 183-190.

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ

Смирнова Г.Е., Невмятуллина Х.А.

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева», 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, д. 9;  
[knevnm@mail.ru](mailto:knevnm@mail.ru)*

Ключевые слова: опасные отходы, правовое регулирование

Обращение с отходами – это виды деятельности, связанные с документированными организационно-технологическими операциями регулирования работ с отходами, включая предупреждение, минимизацию, учет и контроль образования, накопления отходов, а также их сбор, размещение, утилизацию, обезвреживание, транспортирование, хранение, захоронение, уничтожение и трансграничные перемещения.

Большую часть опасных отходов составляют отходы промышленного производства. Организация безопасного обращения с отходами относится к объекту государственного регулирования.

В соответствии с Федеральным законом РФ «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ отходы, в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду, подразделяются на пять классов опасности: I класс – чрезвычайно опасные отходы; II класс – высокоопасные отходы; III класс – умеренно опасные отходы; IV класс – малоопасные отходы; V класс – практически неопасные отходы [1].

ГОСТ 30772-2001 классифицирует отходы по природе опасного вещества как химические, радиоактивные, токсичные, по степени пожаро- и взрывоопасности как огнеопасные, взрывоопасные, самовозгорающиеся, окисляющие. Основные способы утилизации отходов – захоронение, сжигание, уничтожение, обезвреживание [2].

В РФ к вопросу правового регулирования обращения с отходами имеют отношение, кроме № 89-ФЗ, еще целый ряд федеральных законов, например: "Об охране окружающей среды", "Об охране атмосферного воздуха", "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", "О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации", "О континентальном шельфе Российской Федерации", "Об использовании атомной энергии" и др.

Основным документом в международных обязательствах РФ является Базельская конвенция "О контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением" [3].

Деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов I – IV класса опасности обязательно лицензируется [4,5]. В РФ эту деятельность осуществляет Росприроднадзор [6].

В таблице представлены основные элементы правового регулирования обращения опасных отходов в странах Таможенного союза (ТС).

**Таблица 1. Элементы правового регулирования обращения опасных отходов в странах ТС**

Элементы правового регулирования	Российская Федерация	Республика Беларусь	Республика Казахстан	Единая таможенная территория ТС
Наличие кадастра	+	+	+	-
Паспортизация	паспорт опасности отходов/ паспорт опасного отхода	паспорт перевозки отходов	паспорт опасности отходов	согласно законодательству стран-участниц ТС
Лицензирование	+	+	+	+
Нормирование образования отходов. Инструменты нормирования.	лимит размещения отходов; норматив образования отходов	лимит размещения отходов; норматив образования отходов	лимиты на эмиссии в окружающую среду; нормативы эмиссий	согласно законодательству стран-участниц ТС
Ответственность в сфере нарушения правил обращения с опасными отходами	Дисциплинарная, административная, уголовная, гражданско-правовая, имущественная и иная ответственность			согласно законодательству стран-участниц ТС
Трансграничная перевозка	Базельская конвенция			

1. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (редакция от 31.12.2017 г.).

2. ГОСТ 30772-2001. «Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения».

3. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Ратифицирована Федеральным законом от 25.11.94 № 49-ФЗ.

4. Федеральный закон от 08.08.2001 № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (редакция от 29.12.2010 г.).

5. Постановление Правительства РФ от 28.03.2012 г. № 255 «О лицензировании деятельности по обезвреживанию и размещению отходов I – IV классов опасности» (вместе с Положением о лицензировании деятельности).

6. Постановление Правительства РФ от 21.11.2011 г. № 957 "Об организации лицензирования отдельных видов деятельности".



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

**Стебенева В.И., Казьмина О.В.**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30;  
[stebeneva\\_valeriya@mail.ru](mailto:stebeneva_valeriya@mail.ru)*

Ключевые слова: промышленные отходы, теплоизоляционные материалы

Согласно данным [1] объем отходов производства и потребления, образовавшихся в РФ в 2017 году, составил более 6 млрд. т. При этом на долю опасных, включая отходы полупроводникового производства, которые относятся к IV классу опасности, приходится до 2 % от общего объема. В частности, в процессе переработки арсенида галлия, являющегося распространенным сырьем полупроводниковой промышленности, образуются отходы, содержащие арсенид галлия в чистом виде, который относится к канцерогенным соединениям, вызывающим рак кожных покровов, дыхательных путей [2, 3]. Поэтому актуальным является вопрос утилизации данного вида отходов и перевод его в безопасное состояние.

Цель работы – разработать состав смеси с использованием отходов GaAs для получения теплоизоляционного материала по технологии «холодного вспенивания» при температурах, не превышающих 120 °С.

Основными компонентами исходной смеси выбраны перлитовые микросферы, отход GaAs, жидкое стекло с отвердителем и жидкий комплексный газообразователь. Отход вводился в композицию в виде пастообразной массы в количестве от 10 до 30 мас. %. Получен пористый неорганический материал с порами размером  $1 \pm 0,5$  мм. По значению средней плотности, которая не превышает  $300 \text{ кг/м}^3$  материал относится к теплоизоляционным.

1. Савкин В.И. Роль экологического менеджмента в устойчивом развитии аграрного сектора экономики // Вестник аграрной науки, 6 (69), 2017, с. 166 – 170.

2. Государственные доклады об охране и о состоянии окружающей среды Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.mnr.gov.ru/> (Дата обращения 09.03.2018 г.).

3. Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. – 1977. – Т. 3.

## ЛАК ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

**Табаринов Р.А., Васильева С.Ю., Егоров П.А.,  
Васильев В.В., Насакин О.Е.**

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет  
имени И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
esoran21@inbox.ru*

Ключевые слова: отходы полистирола, лак, утилизация отходов.

Использование отходов химической промышленности снижает издержки на сырье и решает экологическую проблему — защиты окружающей среды. Объектом исследования для получения строительных красок в нашем исследовании явились отходы пенополистирола (ППС). Они образуются при изготовлении теплоизоляционных изделий и упаковочной тары.

Общеизвестен дефицит строительных красок. Мы решили объединить две вышеуказанные проблемы. Подлежащий утилизации ППС использован для создания лаковой основы для производства дешевых строительных красок.

Известно получение полистирольных красок, где в качестве пленкообразующего используют полистирол [1]. Сущность способов получения полистирольных красок заключается в приготовлении 14-25% растворов полистирола (лака) в растворителе: толуоле, сольвенте, ксилоле и других. Приготовленный лак смешивают с пластификаторами, пигментами, красителями, наполнителями, различными модифицирующими добавками и используют как готовый продукт для нанесения защитного лакокрасочного (материала) покрытия - краски. От качества смешения (степени перетира) зависит качество лакокрасочного покрытия. Поэтому на этой стадии применяют специальное оборудование: краскотерки, мельницы бисерные, шаровые и др.

Недостатки: продолжительное время стадии смешения (перетира) и полистирольные лакокрасочные покрытия обладают слабым блеском, что безусловно сказывается потребительской стоимости продукции.

По американскому патенту для получения полистирольной краски емкость, снабженную мешалкой, загружают полистирол в виде пыли или гранул и соответствующее количество растворителя. Содержимое перемешивают до полного растворения полистирола, вводят добавки (пластификатор, ингибитор коррозии) и наполнитель, пигменты. Смесь перемешивают до получения однородной массы. Недостатки указанного способа: длительность стадии смешения наполнителя и добавок (пластификатора-ингибитора-пигмента) с полистирольным лаком;

повышенное содержание летучих веществ на стадии сушки; слабый блеск получаемого лакокрасочного покрытия.

В данной работе была решена задача усовершенствования процесса путем изменения параметров существующих технологий. Удалось сократить время на стадии перемешивания и перетира, снизить содержание летучих веществ при сушке, повысить блеск готового продукта на защищаемых поверхностях из металла, бетона или дерева.

Поставленная задача осуществлена растворением полистирола в растворителе, смешением с пластификатором, наполнителем, добавкой до образования готового продукта. В случае получения окрашенного ППС, перед растворением получают окрашенный полистирол путем экструдирования при температуре 180-230°C гранул, бисера или дробленого полистирола, предварительно смешанных с пластификатором, (медицинским вазелиновым маслом), пигментами, красителями, наполнителями, с модифицирующими добавками. Затем полистирол окрашенный растворяется при перемешивании с пластификатором - смеси олигомеров стирола и метилметакрилата.

Указанный эффект достигается за счет того, что в отличие от известного в предлагаемом способе получения полистирольной краски: - происходит лучшее распределение пигментов, красителей, наполнителей и различных добавок в окрашенном полистироле благодаря экструдированию при температуре 180-230°C предварительно смоченной пластификатором поверхности полистирола в виде бисера, дроблений или гранул. Растворение окрашенного полистирола в растворителях обеспечивает достаточно полную гомогенизацию краски. Кроме того снижается содержание летучих веществ на стадии сушки и сокращается время на получение готового продукта; - вся совокупность технологических приемов обуславливает улучшение физико-механических и эксплуатационных показателей.

Достичь этого эффекта путем прямого увеличения концентрации полистирола или введением модифицирующих добавок нельзя, т.к. повышается вязкость краски, что затрудняет ее переработку и нанесение на поверхность. Изучены свойства полученных красителей, соответствующие ГОСТам на наружные работы по окраске древесины, бетона и металла.

1. Рейбман А. И. Защитные лакокрасочные покрытия М.: "Химия", 1982, С.78-79.

## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ПРОДЛЕНИЕМ СРОКА ИХ СЛУЖБЫ

**Титов А.В., Алексеев А.П.**

*ООО «НПО «Проектор», г Чебоксары, ул. А.Гайдара, д. 5, пом. 1.  
[npo-proektor@mail.ru](mailto:npo-proektor@mail.ru)*

Ключевые слова: полигоны, рекультивация, санация, Агроионит

Предложена технология рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) с продлением срока их службы [1].

В существующих границах полигона обустроивается небольшой (около 1 га) участок нового полигона с полной гидроизоляцией. Депонированные отходы из тела полигона поступают на участок сепарации на грохот, где разделяются на надрешетные неперегнившие отходы и подрешетный отсев. Из надрешетных отходов на мусоросортировочной станции извлекаются вторичные материальные ресурсы: картон, макулатура, полиэтилен, термопластик, древесные отходы, стекло, алюминий, цветные и черные металлы, текстиль, ветошь. Подрешетный отсев saniруется сорбентом Агроионит на участке санации и используются для изоляции отходов в дальнейшем.

Грунт из основания полигона saniруется на месте сорбентом Агроионит. После санации освобожденные участки старого полигона приводятся в соответствие с действующими нормативными требованиями. В качестве гидроизоляционного материала рекомендуется HDPE-мембрана Carbofol, толщиной 2,0 мм (производства фирмы «Naue», Германия) или аналогичная. В дальнейшем эти участки также используются для захоронения отходов.

Предложенная технология позволяет вовлечь в хозяйственный оборот вторичные материальные ресурсы, полученные при сортировке вновь поступающих и ранее депонированных отходов, привести существующие полигоны в соответствие с санитарным и экологическим законодательством и продлить срок эксплуатации большинства полигонов ТКО примерно на 30 лет без дополнительного отвода земель.

Технология успешно апробирована на полигоне ТКО МУП «Благоустройство», расположенного по адресу: Нижегородская область, автодорога Ряжск – Касимов – Муром – Нижний Новгород км 77+250, по левой стороне.

1. Титов А.В. Технология совмещения реконструкции и эксплуатации полигона твердых коммунальных отходов на примере полигона «МУП «Благоустройство» (Нижегородская область) // Природообустройство. – 2018. – № 1. – С. 106–111.

# НОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ АМИНОВ НА ОСНОВЕ ЦИАНОСОДЕРЖАЩИХ ПИРИДИНОВ

Чунихин С.С., Ершов О.В.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[chunikhinss@mail.ru](mailto:chunikhinss@mail.ru)

Ключевые слова: полинитрилы, индикаторы, ТСРy

В настоящее время все чаще наблюдаются тенденции к экологичным технологиям химического производства. Приоритетными требованиями таких проектов является минимизация образующихся побочных продуктов. Поэтому разработка быстрых и точных методов детектирования отходов является актуальной задачей химической технологии.

Нами разработан метод синтеза индикаторов аминов **2** на основе пиридинов, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент (ТСРy). Данные структуры были получены из хлорпиридинов **1**, реакцией замещения хлора на малонитрил (схема 1). Исходные хлорпиридины были синтезированы из оксотетракарбонитрилов по методике, в основе которой лежит метод гетероциклизации хлороводородом в момент выделения [1].

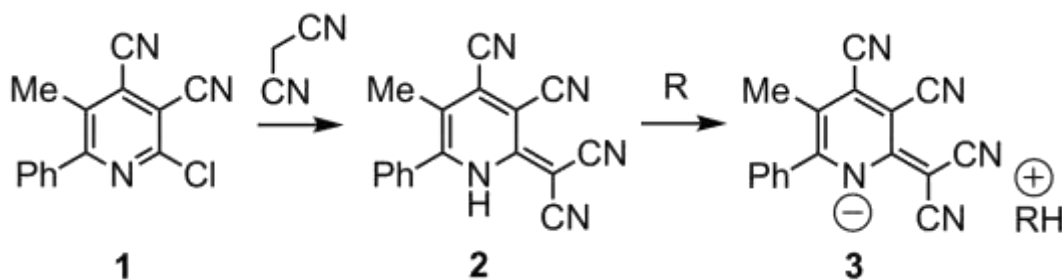
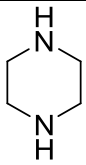
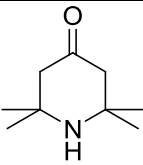
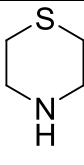
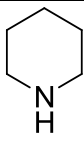
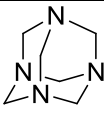


Схема 1. Синтез ТСРy

Синтезированные ТСРy **2** обладают рядом структурных особенностей. Так, данные молекулы являются полностью сопряженными по всей своей длине, содержат донорные фрагменты, а также четыре сильно акцепторных цианогруппы. Сумма данных факторов, а также наличие NH – фрагмента делает ТСРy довольно сильными кислотами, способными к реакциям солеобразования с различными аминами. В результате образуются соединения **3** (таблица 1).

Таблица 1 – Соли ТСРy

	a	b	c	d	e
R					
$\lambda^{\max}$	538	564	586	600	620

Соли **3** имеют оранжевую окраску в растворах, а также обладают твердофазной флуоресценцией, максимум которой может существенно сдвигаться при варьировании органического основания, что видно на примерах циклических аминов различного строения (рис.1). Таким образом описанные цианопиридины могут выступать в качестве индикаторов для определения содержания аминов в сточных водах промышленного предприятия.

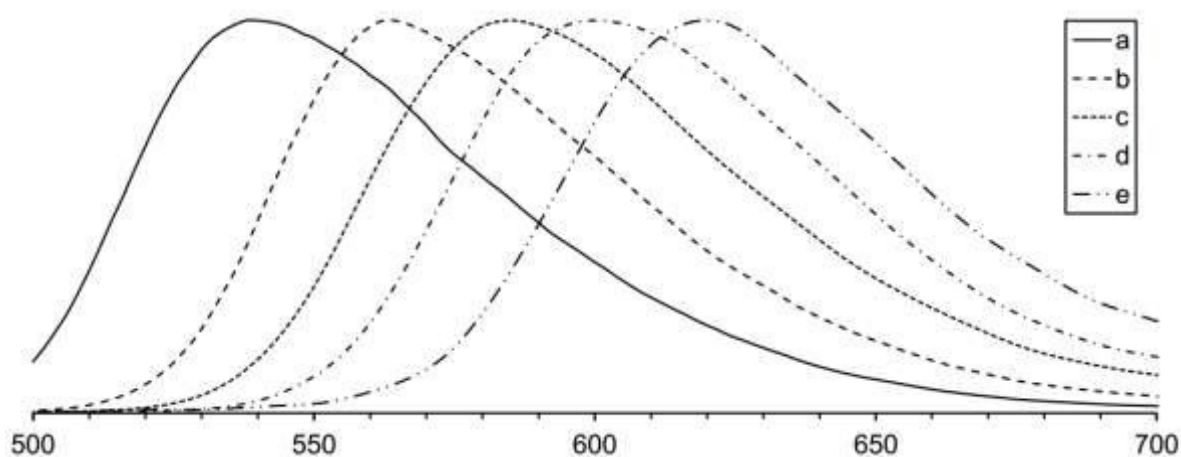


Рисунок 1 - Твердофазная флуоресценция солей ТСРy

Надо полагать, что область применения ТСРy **2** в качестве индикаторов аминов весьма широка, поскольку данные структуры образуют флуоресцентные соли с одно-, дву-, трех-, и четырехзамещенными аминами, с различными биомолекулами, а также металлами.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-13-01237).*

1. O.V. Ershov, M.Y. Ievlev, M.Y. Belikov, K.V. Lipin, A.I. Naydenova, V.A. Tafeenko, RSC Adv., 2016, 6, 82227-82232.

## **СЕКЦИЯ 4**

*Химическая технология  
органических и неорганических  
веществ*

## ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРЕМЯХА-ВЫРМЕС

Садыхов Г.Б., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Атмаджиди А.С.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук  
119334, Москва, Ленинский проспект, 49  
alexandra\_0492@mail.ru*

Ключевые слова: месторождение Гремяха-Вырмес, титаномагнетит, твердофазное восстановление, чугуны, титансодержащий шлак

Титаномагнетиты представляют собой комплексное сырье с высоким содержанием ценных компонентов: железа (35-65%), ванадия (0,5-1,5%) и титана (2-14%) [1]. На сегодняшний день переработка титаномагнетитовых концентратов осуществляется по двух способам: доменному (Россия, Китай) и с применением электроплавки (ЮАР). Доменный способ применим только для титаномагнетитов с содержанием диоксида титана менее 4%. В случае использования титаномагнетитовых концентратов с содержанием диоксида титана более 4% применим способ электроплавки с предварительным восстановлением. Обе технологии направлены на извлечение двух компонентов железа и ванадия, в то время как титан не извлекается. В существующих промышленных технологиях сквозное извлечение ванадия достаточно низкое и находится на уровне 50-65% (в зависимости от содержания ванадия в концентрате и применяемого способа), что связано со значительными потерями его (от 10 до 25%) на каждом переделе производства. Помимо этого, при использовании высокотитанистых титаномагнетитов для достижения максимальной степени перевода ванадия в чугун применение большого количества флюсующих добавок приводит к существенному увеличению выхода отвального титансодержащего шлака (до 700-800 кг/т чугуна) и, следовательно, к увеличению энергетических затрат [2].

В связи с этим разработана комплексная технология переработки титаномагнетитового концентрата с получением железа в гранулированном виде, пентаоксида ванадия и искусственного рутила, пригодного для получения пигментного  $TiO_2$  является актуальной. Для этого предлагается применять метод прямого получения железа с использованием печи с вращающимся подом, позволяющий значительно улучшить экономические показатели процесса.



Большой интерес представляет ильменит-титаномагнетитовое месторождение Гремяха-Вырмес, расположенное на Кольском полуострове в Мурманской области. При обогащении руд Юго-Восточного участка данного месторождения возможно получение двух концентратов – ильменитового и титаномагнетитового. Ильменитовый концентрат по содержанию примесей не выходит за рамки требований, предъявляемых для переработки на титан и его соединения и может быть пригодным для дальнейшей переработки. При этом получающийся черновой титаномагнетитовый концентрат требует дополнительного обогащения. Ранее в ИМЕТ РАН проводились исследования возможности комплексной переработки титаномагнетитовых концентратов с применением метода прямого получения железа, имеющая ряд преимуществ перед традиционными способами [3-5].

В данной работе было изучено твердофазное восстановление титаномагнетитового концентрата с получением гранулированного металла и титанованадиевого шлака. Показано влияние температуры и состава шихты на характер разделения шлаковой и металлической фаз, распределение ванадия между металлом и шлаком, микроструктуры шлаков различного состава, и проведена оценка их пригодности для дальнейшей переработки с извлечением ванадия и титана.

Полученный гранулированный металл (1,92% C,  $V_2O_5$  0,28%) представляет собой товарный продукт и может быть переработан в конвертерах для получения качественной стали. Шлак содержит около 40%  $TiO_2$  и 2,7%  $V_2O_5$ , что позволяет использовать его для дальнейшей переработки с последовательным извлечением ванадия известково-серноокислотным способом и титана путем выщелачивания.

1. Титаномагнетиты. Месторождения, металлургия, химическая технология / под ред. В. А. Резниченко – М.: Наука, 1986. – 292
2. Производства ванадиевых сплавов за рубежом. Обзорная информация. / В. И. Чумарова // Черметинформация. Серия: Ферросплавное производство, вып. 2. – М.: 1986. – 22 с.
3. Садыхов Г. Б., Резниченко В. А., Заблочкина Ю. В., Олюнина Т. В., Кирюшкина Н. Ю., Анисонян К. Г., Копьев Д. Ю., Зеленова И. М. // Журнал «Титан». – Москва, 2006. – № 1(18). – С 12-19.
4. Садыхов, Г. Б. Особенности фазовых превращений при окислении кальцийсодержащих титанованадиевых шлаков и их влияние на образование ванадатов кальция / Г. Б. Садыхов, К. В. Гончаров, Т. В. Олюнина, Т. В. Гончаренко // Металлы. – 2013. – №2. – С.3-11.
5. Гончаров К.В., Садыхов Г.Б., Олюнина Т.В., Гончаренко Т.В. Исследование фазовых превращений при окислении титанованадиевых шлаков с извлечением ванадия // Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: сб. тезисов докладов. (Екатеринбург, 26-30 сентября 2016 г.). – Екатеринбург: Уральское отделение Российской академии наук, 2016. – Т.3. – С. 227.

# ПРИМЕНЕНИЕ МИЦЕЛЛЯРНОГО КАТАЛИЗА В СИНТЕЗЕ ПОЛИСОПРЯЖЕННЫХ ЦИАНОСОДЕРЖАЩИХ АНИОНОВ

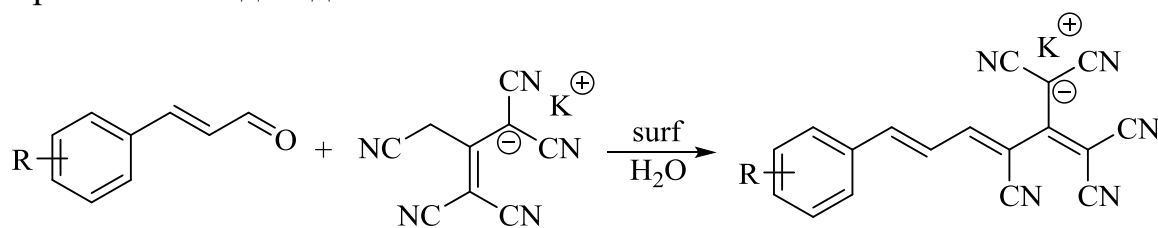
**Безгин Д.А., Бардасов И.Н.**

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[bardasov.chem@mail.ru](mailto:bardasov.chem@mail.ru)

Ключевые слова: ПАВ, полициано-анионы

Трицианометанид, тетра- и пентацианопрпениды, 2-дициано-метилден-1,1,3,3-тетрацианопрпенид и тример малонитрила, являясь полициананионами, демонстрируют интересные электромагнитные свойства, такие как сверхпроводимость и ферромагнетизм. Кроме этого, цианогруппа часто действует как акцепторный компонент в донорно-акцепторных хромофорах, которые находят применение в фотовольтаике, молекулярной электронике, нелинейной оптике, фоторефрактивных устройствах, сенсорной технике и т.д. В настоящее время появилась потребность в доступных донорно-акцепторных хромофорах с улучшенными свойствами, так как их использование в перечисленных областях часто ограничено из-за недостаточных эксплуатационных характеристик известных представителей.

Нами разработан метод получения новых полицианзамещенных анионов путем конденсации тримера малонитрила с замещенными коричневыми альдегидами.



R: 4-MeO, 2-NO<sub>2</sub>, 4-N(Me)<sub>2</sub>, H, 2-Cl,

Реакция проводилась с использованием водного раствора Оксипав-АП при комнатной температуре. Данный метод синтеза является экологически безопасным и позволяет получить целевые соединения с выходом 78-94%.

Исследование проведено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-2103.2017.3.

## ОБ ЭЛЮЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В ЭКСКЛЮЗИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

**Боймирзаев А.С., Хабибуллаев Ж.А., Режаббаев М.Л.**

*Наманганский инженерно-технологический институт,  
160115, Узбекистан, г. Наманган, ул. Касансай, 7; [azamat58@mail.ru](mailto:azamat58@mail.ru)*

Ключевые слова: полисахариды, эксклюзионная хроматография

Известно, что эксклюзионная жидкостная хроматография (ЭЖХ) является экспрессным методом исследования и определения молекулярно-массового распределения полимеров [1]. Полисахариды, как и многие синтетические водорастворимые полимеры в ЭЖХ проявляют полиэлектролитные свойства. В ЭЖХ электростатические эффекты проявляются в асимметрии элюционных кривых и уменьшении удерживаемых объёмов разделяемых макромолекул при снижении концентрации вводимой пробы в хроматографическую колонку. Для ЭЖХ анализа в качестве проб выбрали цитрусовые и яблочные пектины, арабиногалактаны (АГ) фирмы «Sigma», промышленные образцы натриевой соли карбокси-метилцеллюлозы от ООО «Карбонам» (г. Наманган, Узбекистан). У всех исследованных образцов наблюдали асимметрию хроматограмм и мультимодальные распределения хроматографируемых макромолекул. Были сняты концентрационные зависимости удерживаемых объёмов указанных полимеров в диапазоне концентраций от 1 до 10 г/л. В ходе анализов было выявлено разделение нейтральных фракций от заряженных частей молекул АГ, при этом в трёх концентрациях вводимой пробы (1; 2 и 4 г/л) удерживаемые объёмы нейтральных фракций оставались неизменными, а у заряженных фракций АГ уменьшались при уменьшении концентрации вводимой пробы. Данное явление происходит за счет электростатического отталкивания фиксированных отрицательных зарядов уроновых кислот в составе цепей АГ. ЭЖХ образцов выполняли на жидкостном хроматографе серии Agilent 1100/1260 с использованием системы из двух последовательно соединённых хроматографических колонок Ultrahydrogel Linear (Waters, США) длиной 300 мм и с внутренним диаметром 8 мм каждой. В качестве элюента использовали воду. Объёмная скорость потока элюента составляла 0.5 мл/мин. В качестве регистрирующих устройств использовали дифференциальный рефрактометр и детектор многоугольного светорассеяния.

1. Боймирзаев А.С. Химия растительного сырья, 2009, №2. С.19–28.

## ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ НЕГОРЮЧИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

**Борисов С.В.<sup>2</sup>, Зотов Ю.Л.<sup>1</sup>, Гордон Е.П.<sup>2</sup>, Заправдина Д.М.<sup>1</sup>,  
Вершигора Г.К.<sup>1</sup>, Смоленская А.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», 400131, Россия, г. Волгоград, Ленина пр., 28;

<sup>2</sup>АО «Каустик», 400097, Россия, г. Волгоград, ул.40 лет ВЛКСМ, 57  
[borisov\\_s@kaustik.ru](mailto:borisov_s@kaustik.ru)

Ключевые слова: гидроксид магния, оксид магния, многофункциональная добавка

Волгоградская область располагают большим количеством полезных ископаемых, в том числе для химической промышленности (магниевого, калийные, натриевые соли и другие), которые представляют интерес в качестве сырья для получения перспективной продукции. В частности, на предприятии АО «Каустик» организовано и развивается производство гидроксидов и оксидов магния. Гидроксид и оксид магния обладают широким спектром применения в различных областях промышленности, в том числе как добавки при переработке полимеров.

С целью расширения ассортимента магнийсодержащих аддитивов для полимеров получены модифицированный гидроксид магния и многофункциональная добавка, синтезированная на основе запатентованного способа [1]. Полученные добавки были испытаны в составе стандартной рецептуре на 100 м.ч. полимера 150 м.ч. антипирена и поливинилхлоридной композициях с целью изучения их влияния на технологические параметры в процессе переработки и физико-механические свойства готового материала. В качестве полимера использовали смесь EVA 28 и LDPE (9/1) и 1% Irganox. Установлено, что введение разработанных магнийсодержащих добавок позволяет снизить давление расплава массы и крутящий момент, уменьшить удельную энергоёмкость процесса примерно на 20%. При этом улучшают эксплуатационные характеристики готового материала.

Таким образом, изучены варианты магнийсодержащих добавок на основе сырья Волгоградской области, которые оптимизируют технологические характеристики пластмасс.

Работа выполнена в рамках деятельности базовой кафедры ТОНС ВолгГТУ на АО "Каустик" г. Волгоград.

1. Пат. 2643996 Российская Федерация, МПК C08L27/06, C08K5/101, C08K13/02  
Способ получения пластификатора для поливинилхлоридной композиции / Ю.Л. Зотов, Д.М. Заправдина; ВолгГТУ. - 2018.

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКЕЛЯ(II) С ТИАЗОЛИДИН-2,4-ДИОНОМ

Вердизаде Н.А., Алиева К.Р., Кулиев К.А., Новрузова Н.А.

*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет,  
Баку, Ул. У. Гаджибекова, 68, Az1000  
[kerim.kuliev.69@mail.ru](mailto:kerim.kuliev.69@mail.ru)*

Ключевые слова: никель, тиазолидин-2,4-дион, экстракция

Нами изучена возможность применения тиазолидин-2,4-диона (R) для фотометрического определения никеля(II). Никель(II) с тиазолидин-2,4-дионом образует окрашенный комплекс, который хорошо растворяется в неполярных органических растворителях. Наилучшими экстрагентами оказались дихлорэтан, хлороформ и хлорбензол. При однократной экстракции хлороформом извлекается 97.8% никеля(II) в виде комплекса. Комплекс никеля(II) экстрагируется в хлороформ в диапазоне рН = 3.8-5.4. Выход комплекса максимален при концентрации  $8.5 \times 10^{-4}$  моль/л R. Комплекс никеля (II) с R устойчив в водных и органических растворителях и не разлагается в течение двух суток, а после экстракции – больше месяца. Максимальный аналитический сигнал при комплексообразовании никеля с R наблюдается при 478 нм. Молярный коэффициент поглощения составляет  $2.58 \times 10^4$ .

Исчезновение ярко выраженной полосы при  $3280 \text{ см}^{-1}$  в спектрах комплекса Ni(II)-R, означает, что -NH- группа участвует в образовании комплекса. Смещение полосы при  $1690 \text{ см}^{-1}$  в короткочастотную область ( $1655 \text{ см}^{-1}$ ), свидетельствует об участии C=O группы в образовании координационной связи с ионом Ni(II) Стехиометрию исследуемого комплекса устанавливали методами сдвига равновесия, относительного выхода и прямой линии. Все методы показали, что соотношение компонентов в комплексе составляет 1 : 2. Установлена, что комплексообразующей формой никеля является  $\text{Ni}^{2+}$ . При этом число атомов водорода, вытесняемых им из одной молекулы R, оказалось равным 1. Произведенные расчеты показали, что комплекс в органической фазе находится в мономерной форме. Экстракт комплекса никеля подчиняется основному закону светопоглощения при концентрации 0.5-15 мкг/мл. Уравнение градуировочного графика  $y=0.058+0.312x$ . На основании уравнения градуировочного графика рассчитывали предел фотометрического обнаружения ( $0.012 \text{ мкг/см}^3$ ) и предел количественного определения никеля ( $0.039 \text{ мкг/см}^3$ ). На основании результатов спектрофотометрического исследования никеля (II) с R разработаны методики определения его в растениях и донных отложениях.

# СИНТЕЗ И ТЕРМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОРОШКОВ Sn–Cu, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТАКТНЫМ ВЫТЕСНЕНИЕМ ИЗ РАСТВОРА

Галуза М.Г., Воробьева Т.Н., Врублевская О.Н.

*Белорусский государственный университет, НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета, 220030, Беларусь, г. Минск, ул. Ленинградская, 14; [mashandra.by@mail.ru](mailto:mashandra.by@mail.ru)*

Ключевые слова: контактное вытеснение, порошки металлов и сплавов, интерметаллиды

Порошковые сплавы Sn–Cu применяются для получения токопроводящих паст и припоев, износостойких смазок, антифрикционных материалов, в лакокрасочной промышленности благодаря их способности к пайке, декоративному виду и высокой коррозионной устойчивости. Традиционные методы получения порошков (диспергирование металлургических заготовок, высокотемпературное восстановление металлов из соединений, испарение и конденсация металлов) энерго- и материалозатратны [1–3]. Более простым и экономичным представляется получение порошков бронзы методом контактного вытеснения (КВ).

Цель исследования заключалась в разработке метода получения порошков Sn–Cu КВ Cu(II) порошком Sn, установлении влияния условий КВ на соотношение металлов в порошках и их фазовый состав, изучении фазовых превращений при прогреве, а также способности порошков к прессованию и пайке.

Для получения сплава высокодисперсный порошок олова выдерживали заданное время в растворе медного купороса с  $\text{pH} < 1$  при 20 и 60 °С и интенсивном перемешивании магнитной мешалкой. Элементный состав порошка определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа (Elvax Light SDD), структуру – сканирующей электронной микроскопией (СЭМ) на приборе LEO 1420, фазовый состав – рентгенофазовым анализом на дифрактометре ДРОН – 3.0 ( $\text{CoK}_\alpha$ ) (РФА).

Данные рентгенофлуоресцентного анализа свидетельствуют о том, что метод КВ позволяет легко варьировать соотношение металлов в порошках Sn–Cu в пределах ~ 10–80 ат.% олова, изменяя температуру раствора, длительность процесса, концентрацию  $\text{CuSO}_4$ , а также соотношение взятых для реакции количеств олова и Cu(II). Независимо от температуры раствора и концентрации соли меди в изученных пределах доля металлов в порошках практически не изменяется после 5–10 мин протекания процесса, когда вокруг частиц олова, судя по данным СЭМ, образуется довольно герметичная оболочка меди (рис. 1). Размеры частиц исходного порошка олова составляют 1–10 мкм, после осаждения меди их размеры не меняется,



а диаметр частиц меди на поверхности олова находится в пределах 230-1000 нм (в среднем 450 нм).

Рентгенограммы порошков Sn–Cu свидетельствуют о наличии лишь фаз кристаллической меди и олова. Определено, что полученные порошки хорошо спрессовываются в таблетки. Для определения способности к пайке порошки смешивали с флюсом в соотношении  $m(\text{порошка}):m(\text{флюса}) = 6 : 1$ ; заданную навеску припойной пасты расплавляли и измеряли коэффициент растекания согласно [4]. Коэффициенты растекания составили  $\sim 80 \%$ , что соответствует хорошей паяемости. Для изучения поведения порошков при нагревании спрессованные таблетки подвергали термической обработке в атмосфере аргона при температурах 230 и 420 °С. По данным РФА в образцах после прогрева присутствуют фазы интерметаллидов ( $\eta\text{-Cu}_6\text{Sn}_5$ ,  $\epsilon\text{-Cu}_3\text{Sn}$ ,  $\delta\text{-Cu}_{41}\text{Sn}_{11}$  и  $\xi\text{-Cu}_{10}\text{Sn}_3$ ), а также следовое количество оксида меди CuO (рис. 2). По-видимому, интерметаллиды образуются в результате протекания процессов диффузии и кристаллизации в расплаве олова.

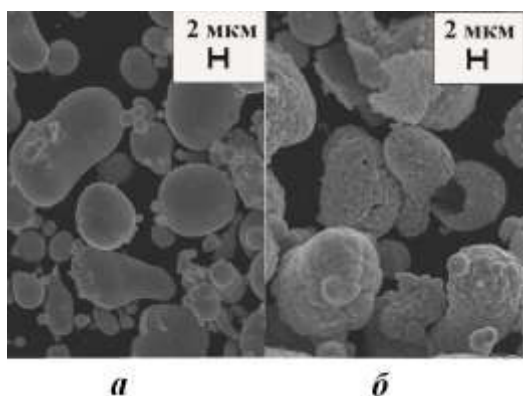


Рис. 1. СЭМ фотографии порошка исходного олова (а) и этого порошка после контактного осаждения на нем меди (б)

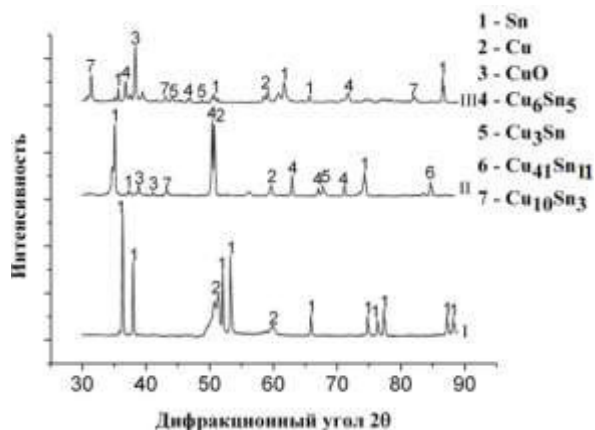


Рис. 2. Рентгенограммы порошков Sn–Cu, полученных КВ Cu(II) Sn в течение 1 мин: I – исходный порошок после сушки, II и III – после сушки и прогрева при 230 и 420 °С соответственно

Таким образом, установлено, что содержание Sn в полученных порошках можно варьировать в пределах  $\sim 10\text{--}80$  ат.% в зависимости от условий осаждения (температуры, длительности, концентрации медного купороса и соотношения количеств порошка олова и соли меди(II)). Порошки Cu–Sn содержат кристаллические фазы меди и олова, обладают способностью к прессованию в изделия, изготовлению паяльной пасты при смешивании с флюсом. Прогрев порошков в диапазоне 230–420 °С приводит к образованию интерметаллических соединений.

1. С.С. Набойченко. Порошки цветных металлов. М.: Металлургия, 1997.
2. T.N. Vorobyova et. al. Surfaces and Interfaces, 2016, 4, 9–17.
3. Г.А. Либенсон. Процессы порошковой металлургии М.: МИСИС, 2001.
4. В.Л. Ланин. Компоненты и технологии, 2008, 2, 150–154.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ МИКРОБНОГО ПОЛИСАХАРИДА КСАНТАНА

Гашевская А.С., Дорожко Е.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, [asg30@tpu.ru](mailto:asg30@tpu.ru)*

Ключевые слова: углеводы, ксантан, глюкуроновая кислота, УФ- спектроскопия, фенол-серный метод, карбазол-серный метод.

Ксантан используют как добавку, улучшающую качество самых различных продуктов и технологических операций. Чаще всего его применяют для повышения нефтедобычи, при буровых работах, для повышения урожайности, а также в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности.

В качестве модельного объекта исследования использовался коммерческий образец пищевого ксантана ("Company Plasma Product Specification", Китай).

Для установления структуры ксантана и его идентификации использовали метод ИК-спектроскопии. Регистрацию ИК-спектров проводили на ИК-спектрометре Agilent 660 FTIR (Agilent Technologies, Германия). В качестве стандартного вещества был использован ксантан ("Sigma-Aldrich", США) с высокой стабилизирующей активностью, высокой растворимостью, высокой вязкостью даже при маленьких концентрациях.

При сравнении стандартного образца ксантана и исследуемого образца ксантана, очевидно, что некоторые полосы поглощения образца коммерческого ксантана и стандартного образца ксантана совпадают, что указывает на идентичность стандартного образца ксантана с исследуемым.

Так, на ИК-спектре имеется область отпечатков пальцев при 1200-850  $\text{см}^{-1}$ , которая соответствует области "отпечатков пальцев" пектиновых веществ как для стандартного образца ксантана, так и для исследуемого образца. Кроме того, ИК-спектр исследуемого образца ксантана показывает наличие свободных, а также неэтерифицированных карбоксильных групп.

Кроме того, имеются полосы поглощения 1416, 1331 и 1240  $\text{см}^{-1}$  которые являются областью "отпечатков пальцев" глюкуроновой кислоты, которые характерны как для стандартного образца ксантана, так и для исследуемого образца. Использованный метод ИК-спектроскопии позволяет судить о том, что ксантан является кислым сахаром, содержащий глюкуроновую кислоту.



## НИТРАТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ВЗРЫВЧАТЫХ СОСТАВОВ

Сакович Г.В., Будаева В.В., Гисматулина Ю.А., Корчагина А.А.

*ФГБУН Институт проблем химико-энергетических технологий  
Сибирского отделения Российской академии наук,  
659322, Россия, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1,  
[julja.gismatulina@rambler.ru](mailto:julja.gismatulina@rambler.ru)*

Ключевые слова: отечественное легковозобновляемое нетрадиционное сырье, плодовые оболочки овса, мискантус, лен-межеумок, синтез, нитраты целлюлозы

Благодаря своим уникальным свойствам нитраты целлюлозы (НЦ) находят широкое применение во многих отраслях промышленности. В настоящее время отсутствуют сведения о применении НЦ из отечественного легковозобновляемого нетрадиционного сырья – плодовых оболочек овса, мискантуса и соломы льна-межеумка для изготовления взрывчатых составов, что обуславливает актуальность данных исследований.

В результате исследований влияния условий нитрования и режимов высокотемпературной обработки (автоклав) на основные физико-химические характеристики НЦ из нетрадиционного сырья [1-2] установлены оптимальные условия синтеза для получения НЦ марки коллоксилин «Н». Изготовлены опытные партии НЦ с использованием промышленной серно-азотной кислотной смеси, нитрованием образцов целлюлозы, выделенных азотнокислым способом из нетрадиционного сырья на опытно-промышленном производстве. Определены основные свойства НЦ: массовая доля азота – 11,97-12,29 %, вязкость – 8-15 мПа·с, растворимость – 98 % [1-4].

*Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований президиума РАН № 56 «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности» (проект № 0385-2018-0015).*

1. Корчагина А.А. Фундаментальные исследования, 2017, 2, С. 62-68.
2. Корчагина А.А., Гисматулина Ю.А., Кухленко А.А. Ползуновский вестник, 2017, 3, 107-114.
3. Gismatulina Yu.A., Budaeva V.V., Sakovich G.V. Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 2018, 43, 96–100.
4. Gismatulina Yu.A., Budaeva V.V., Sakovich G.V. Russian Chemical Bulletin, 2016, 65 (12), 2920-2924.

# ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕНЗО-15-КРАУН-5, ЭФФЕКТИВНОГО ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ЛИТИЯ

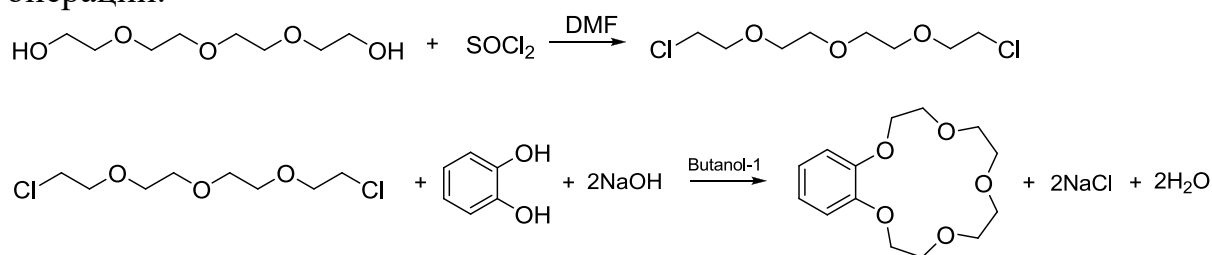
Глушко В.Н., Блохина Л.И., Жила М.Ю.

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА), 107076, Россия, г. Москва, ул. Богородский вал, 3;  
[tetrazoli@yandex.ru](mailto:tetrazoli@yandex.ru)*

Ключевые слова: краун-эфиры, бензо-15-краун-5, литий, технология, синтез

Краун-эфиры являются эффективными соединениями для выделения и разделения таких металлов, как Cs, Sr, Na, K. В последнее время большой интерес вызывает необходимость выделения и разделения изотопов лития. Благодаря своим уникальным свойствам литий играет важную роль в индустриальном развитии современного общества. Известно, что наиболее устойчивыми являются комплексы лития с бензо-15-краун-5 [1].

Нами разработана технология получения бензо-15-краун-5 с выходом 82% и содержанием основного вещества более 99% [2]. Массовая доля основного вещества была определена на газовом хроматографе «Chromatec Crystal 500.2», оснащенный масс-спектрометром ThermolSQ. Также данная технология была испытана на укрупненной лабораторной установке производительностью 1 кг с операции.



**Рисунок 1. Синтез бензо-15-краун-5**

1. M. Shamsipur, N. Alizadeh, M.K. Rofouei, K. Alizadeh. Polish journal of chemistry, 2007, 81 (10), 1743-1752.

2. Glushko V.N., Sadovskaya N.Yu., Kozhuhov V.I., Blokhina L.I., Antropova I.A., Petina E.S., Retiviov V.M., Melnikova E.Yu. Orient. J. Chem., 2017, 33 (4), 1689-1697.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОГО ПЕНТАОКСИДА ВАНАДИЯ ИЗ РАСТВОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВАНАДИЕВЫХ ШЛАКОВ

**Гончаров К.В., Садыхов Г.Б., Олюнина Т.В., Анисонян К.Г.,  
Копьев Д.Ю.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук, 119991 г. Москва, Ленинский проспект, 49;  
[goncharov-imet@mail.ru](mailto:goncharov-imet@mail.ru)*

Ключевые слова: ванадий, пентаоксид ванадия, поливанадат аммония, ванадиевый  
шлак

Около 10% производимого в мире ванадия используется в химической, авиакосмической и атомной промышленности, что зачастую требует применения чистых марок пентаоксида ванадия с содержанием  $V_2O_5$  более 99,5%. Развитие и расширение применения ванадия в аккумуляторных батареях, устройствах для хранения водорода, в атомной промышленности и др., в скором времени может привести к значительному увеличению спроса на чистые марки  $V_2O_5$ .

В нашей стране производство ванадиевой продукции осуществляется только на ОАО «Ванадий-Тула» по известково-серноокислотной технологии с получением технического пентаоксида ванадия с содержанием  $V_2O_5$  90-94%, который главным образом направляется на производство феррованадия. Товарный пентаоксид ванадия зарубежных компаний, полученный по содовой технологии с последующим осаждением поливанадатов аммония содержит 98-98,5%  $V_2O_5$ .

Учитывая актуальность проблемы в ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН проведены научные исследования для разработки нового процесса получения чистого  $V_2O_5$  при переработке по известково-серноокислотной технологии конвертерных ванадиевых шлаков, а также полученных нами титанованадиевых шлаков. Особенностью данного процесса является предварительная очистка кислых ванадатных растворов после выщелачивания обожженного шлака от примесных компонентов с использованием в качестве осадителя карбоната аммония –  $(NH_4)_2CO_3$ . Добавка карбоната аммония позволяет не только связать ванадий в виде ванадатов аммония, но и выделить марганец и кальций в осадок в виде карбонатов.

Исследования проводились на ванадатных растворах, полученных при выщелачивании обожженного в производственных условиях ОАО “Ванадий-Тула” ванадиевого шлака с добавками известняка.

На основе проведенных исследований, в частности изучения влияния температуры, исходной концентрации  $V_2O_5$  в растворе, продолжительности на степень осаждения марганца и потери ванадия, соотношения Т:Ж, определены оптимальные параметры процесса очистки ванадатного раствора. Описан химизм процесса взаимодействия раствора карбоната аммония с ванадатами кальция и марганца в сернокислотной среде. Результаты исследований показали, что предварительная химическая очистка ванадатных растворов от примесей позволяет получить продукт, содержащий до 99,7%  $V_2O_5$ . По содержанию примесей полученный продукт не уступает чистому пентаоксиду ванадия из США, и лучше, чем марка ВНО-0 (ГОСТ: ТУ – 48-4-429-82). Он успешно может быть использован для производства различных высококачественных сплавов, в частности сплавов титана, в химической и других областях промышленности.

При очистке ванадатных растворов выделенный твердый остаток состоит в основном из карбонатов марганца и кальция (65-70% и 10-15% соответственно) и оксида железа (15-20%). В нем содержатся 4-5% остаточного  $V_2O_5$  и в небольших количествах оксиды кремния, титана, хрома, алюминия и магния. Его можно использовать в качестве ванадийсодержащих добавок при обжиге ванадиевых шлаков в производстве  $V_2O_5$ . Он также может быть использован для производства ферромарганца или других марганецсодержащих материалов.

Можно полагать, что доработка разработанного процесса и применение его в промышленных условиях позволит получить чистые марки пентаоксида ванадия для цветной металлургии, химической и других областей промышленности. Данный процесс возможно внедрить в действующий технологический цикл производства пентаоксида ванадия по известково-сернокислотной технологии в виде дополнительной ветки, что может сделать эту технологию более эффективной и позволит производить пентаоксид ванадия высокой чистоты в тех количествах и того качества, которые требуются заказчику.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №26 16-3301124\16, программы фундаментальных исследований президиума РАН №39.*

# СПОНТАННАЯ МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ ЙОДАТНЫМИ СОЛЯМИ АРИЛДИАЗОНИЯ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

Гусар А.О., Дорожко Е.В.

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30; [anngsa@mail.ru](mailto:anngsa@mail.ru)*

Ключевые слова: циклическая вольтамперометрия, йодатные соли арилдiazония, модификация, углеродсодержащие электроды

Новые модификаторы электродной поверхности в методе вольтамперометрии расширяют возможности данного метода при определении как неорганических, так и органических веществ, позволяя повысить чувствительность метода.

Несмотря на широкий спектр органических модификаторов, используемых для модификации твердых электродов, наиболее перспективными органическими агентами для поверхностной модификации электродов являются соли арилдiazония  $ArN_2^+JO_3^-$ , обеспечивающие в ходе электролиза ковалентное связывание функциональных групп Ar с поверхностью электрода.

Новизна данной работы обусловлена тем, что разработка новых органо-модифицированных твердых углеродсодержащих электродов, модифицированных йодатными солями арилдiazония химическим способом, позволяет определять широкий ряд элементов с более высокой чувствительностью и селективностью.

В работе в качестве рабочих электродов использовались углеродсодержащий, стеклографитовый и углеситаловый электроды, которые выдерживались в растворах йодатных солей арилдiazония. Исследования проводились на вольтамперометрическом анализаторе ГА-2. Рабочими концентрациями растворов diaзониевых солей для модификации были выбраны 10, 20, 30, 60 мг/дм<sup>3</sup>. Для оценки обратимости электродных процессов до и после химической модификации использовалась эквимольная смесь  $Fe(CN)_6^{3-/4-}$  0,25 М (фон 0,5 М KCl). Время выдерживание при модификации углеродсодержащих электродов составляет 2, 5, 10, 30, 60, 300 секунд.

Установлено, что токи окисления и восстановления  $Fe(CN)_6^{3-/4-}$  максимальны для стеклографитового электрода при времени выдерживания в растворе йодатной соли арилдiazония с фенильным заместителем в течении 4 секунд и концентрации модификатора 10 мг/л ( $\Delta I$  230 %).

## ДЕТОНАЦИОННЫЙ НАНОАЛМАЗ КАК СРЕДСТВО ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

**Давыдова В.В., Марьясов М.А., Шевердов В.П., Насакин О.Е.**

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[ver.92.92@mail.ru](mailto:ver.92.92@mail.ru)*

Ключевые слова: наноалмазы, детонационный синтез, цианоорганические соединения

Одной из главных проблем химиотерапии является доставка лекарственного вещества (ЛВ) к биологической мишени. Известно, что только 1 молекула из 10000 введенных в организм достигает цели. Данная проблема может быть решена введением в медицинскую практику инновационных лекарственных препаратов на наноносителях.

К настоящему времени в литературе описано более 400 видов наночастиц, из которых наиболее изученными являются липосомы, полимерные наночастицы, нанокристаллы, частицы металлов, мицеллы, эмульсии, дендримеры, белки, конъюгаты, ДНК и др. [1].

Углеродные наноструктуры (УН) являются одними из основных претендентов на роль «идеальных» носителей для систем доставки ЛВ, так как их поверхность можно направленно функционализировать для ковалентной или адсорбционной иммобилизации БАВ и ЛВ. Они могут пассивно проникать через мембраны различных типов клеток.

В ряде работ [2, 3] показано, что среди углеродных наноструктур наименьшим токсическим действием обладает наноалмаз (НА), благодаря оптимальному комплексу его физико-химических, биофармацевтических и фармако-токсикологических характеристик [4].

В настоящее время только детонационный синтез получил промышленное применение (десятки тонн/год). Детонационные наноалмазы (ДНА) образуются из конденсированных взрывчатых веществ с отрицательным кислородным балансом (например, тринитротолуол), разлагающихся с выделением «свободного углерода» при детонации зарядов в охлаждающей среде. Синтез проводят во взрывных камерах объемом от 1 до 20 м<sup>3</sup>, которые изготавливают из низко- или высоколегированных сталей [5]. Подрыв осуществляют в трёх вариантах: в газовой среде, в воде или при орошении водой, или в ледяной бронировке. Подрываемый заряд представляет собой смесь, содержащую 50-70 масс. % тротила и гексогена.

В то же время, исследуя в течение полутора десятков лет химию полицианоорганических соединений, мы обратили внимание на сотни,

полученных нами структур, часто чрезвычайно сложного строения (400 PСА) имеют достаточно неплохую биологическую активность.

Помимо очевидного усиления активности органических соединений в качестве противораковых субстанций, цианогруппа идеально подходит для закрепления субстанций на наноносителях. Она компактна (3,5 А), не создает стерических препятствий, обладает наивысшей адгезией практически ко всем материалам, что нашло применение в цианакрилатных клеях.

Нами была осуществлена ковалентная прививка ряда цианоорганических соединений к ДНА и изучена антипролиферативная активность полученных образцов.

Испытания на чистых линиях клеток опухолей проводили в NCI США, некоторых образцов – в НОЦ «Фармацевтики» г. Казань. Были испытаны следующие субстанции с ДНА: 3-((R-гидразоно)метил)циклобутан-1,1,2,2-тетракарбонитрилы, 3((2-R-гидразоно)метил)-6-метилциклогес-4-ен-1,1,2,2-тетракарбонитрилы, 1,1,2,2-тетрацианоциклопентаны, 1,3,5-триарил-2,4-диазапентан-1,4-диены, трицианобициклоимины, цианопираны и цианотерагидропиридины.

Результаты исследования антипролиферативной активности соединений в концентрации  $10^{-5}$  моля по программе Onne-Dose Screeen на клетках полученных из опухолей легких, толстой кишки, мозга, яичников, почек, предстательной железы, молочной железы, а также лейкемии и меланомы человека. при концентрации 10 мкМ было выявлено значительное ингибирование опухолевых клеток. Особенно это проявляется в отношении лейкемии, так как подавляется рост тестовых культур (CCRF-CEM, YL-60(TB), K-562< MOLT-4, RPMI-8226, SR). Среднее значение ингибирования данных линий составляет 88,4%, максимальное - 95,4% (SR).

Все вышесказанное свидетельствует о том, что ДНА повышает в 2-3 раза активность цианоорганических соединений и увеличивает их биодоступность, снижая токсическое действие.

1. Наноструктуры в биомедицине: пер. с англ. / под ред. К. Гонсалвес [и др.]. – 2-е изд. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 519 с.

2. A comparative study of cellular uptake and cytotoxicity of multi-walled carbon nanotubes, graphene oxide, and nanodiamond / X. Zhang [et al.] // Toxicol. Res. – 2012. – Vol. 1, № 1. – P. 62-68.

3. Differential biocompatibility of carbon nanotubes and nanodiamonds / A.M. Schrand [et al.] // Diamond Relat. Mater. – 2007. – Vol. 16, № 12. – P. 2118-2123.

4. Man H.B. Nanodiamonds as platforms for biology and medicine / H.B. Man, D. Ho // J. Lab. Autom. – 2013. – Vol. 18, № 1. – P. 12-18.

5. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза: свойства и применение / В.Ю. Долматов // Успехи химии. – 2001. – Т. 70, № 7. – С. 687-708.

# МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДНЫМИ ГЛИКОЛУРИЛА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛА

Дёрина К.В., Лукина А.А.

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет» Россия, 634050, г. Томск, проспект  
Ленина, дом 30; [derinaksenia@yandex.ru](mailto:derinaksenia@yandex.ru)*

Ключевые слова: вольтамперометрия, холекальциферол, модификация, производные гликолурила, углеродсодержащие электроды

Холекальциферол (витамин D3) играет важную роль в организме человека. В частности, данное соединение регулирует кальций-фосфорный обмен, стимулирует синтез ряда гормонов, участвует в регуляции размножения клеток. В связи с чем, больным с различными патологическими состояниями назначают прием препаратов холекальциферола. Таким образом, актуальной является задача контроля содержания холекальциферола в различных его препаратах. В данной работе предлагается применение для этой цели метода вольтамперометрии.

Поскольку молекула холекальциферола имеет высокий молекулярный вес, ее окисление-восстановление происходит под действием высоких перенапряжений. В связи с чем, необходимо применение модификаторов электродной поверхности. Ранее была показана принципиальная возможность электроокисления холестерина, являющегося прекурсором холекальциферола, на углеродсодержащих электродах, модифицированных производными гликолурила.

В работе в качестве материала рабочего углерода были протестированы стеклоуглерод, углеситал и смесь пирографита с полдиэтиленом, которые подвергались модификации 2,6-диацетил-2,4,6,8-тетраазабицикло[3.3.0.]октан-3,7-дион-дифосфоновой кислотой (ДАГУДФК) и 2-амино-тиазолил-триацетилгликолурилом (АТтриАГУ). В качестве электрода сравнения использовался хлоридсеребряный электрод (ХСЭ), в качестве вспомогательного электрода также применялся ХСЭ. В качестве фонового электролита использовали растворенный в изопропанол 1М NaClO<sub>4</sub>.

Наилучшей воспроизводимости удалось добиться для стеклоуглеродного электрода, модифицированного АТтриАГУ. Получен сигнал при потенциале +0.8 В. Зависимость тока пика электроокисления от концентрации холекальциферола в ячейке линейна в диапазоне от 0,1мМ до 10 мМ.



# КОНВЕРСИЯ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ В АРЕНЫ НА ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ГАЛИЯ

Джалилова С.Н.

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30;  
[dzhalilovasn@mail.ru](mailto:dzhalilovasn@mail.ru)*

Ключевые слова: пропан-бутановая фракция, конверсия, цеолиты, арены

Вопрос эффективного и рационального использования попутного нефтяного газа (далее – ПНГ), являющимся побочным продуктом нефтедобычи, обсуждается и решается на самом высоком уровне ещё с 90-х годов прошлого века. ПНГ имеет сложный химический состав, который меняется во времени и в зависимости от температуры окружающей среды. Сжигание нефтяного газа происходит на газогорелочном устройстве в детонированном режиме с низким КПД, протекает неполное сгорание газа и большой выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Это приводит к выбрасыванию большого количества парниковых газов, которые влияют на климат планеты. К парниковым газам относятся водяной пар, метан, вещества содержащие хлор, диоксид углерода и другие. Также нерациональное использование попутного нефтяного газа неизбежно связаны с огромными экономическими потерями.

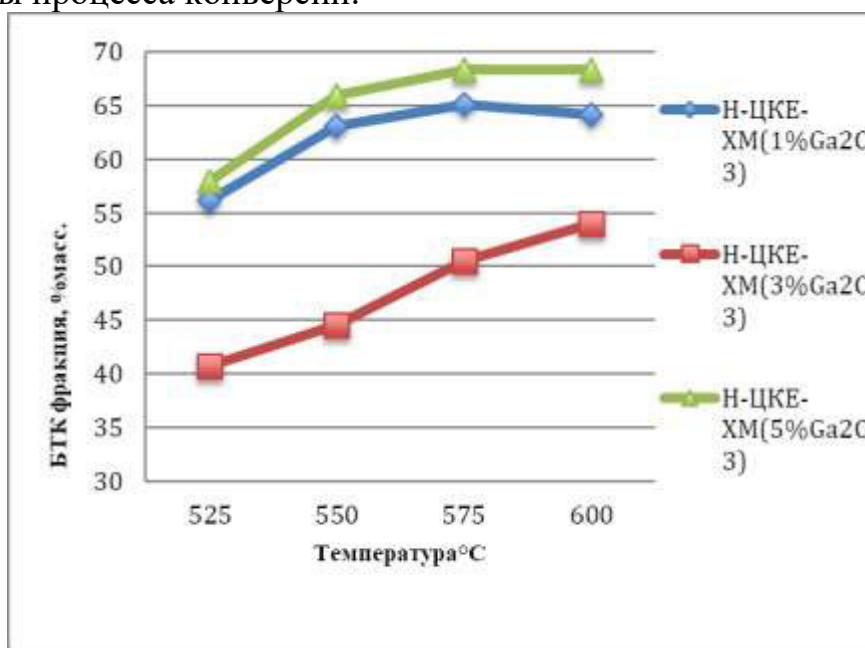
Для выполнения принятых в соответствии с Киотским протоколом обязательств, Правительство РФ 8 января 2009 года приняло Постановление №7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» которое требует предусматривать утилизацию не менее 95% попутно добываемого нефтяного газа при разработке нефтяных месторождений [1].

Одно из направлений повышения уровня использования попутного нефтяного газа является процесс превращения газов в жидкость, позволяющая получать из углеводородных фракций ПНГ химические продукты с высокой добавленной стоимостью.

В работе проводились исследования каталитической активности промышленного цеолитсодержащего катализатора H-ЦКЕ-ХМ, модифицированного оксидом галия. Мерой каталитической активности катализатора, является количество образующихся арен.

В работе микропористые цеолиты синтезировали из щелочных алюмокремнегелей при 170-175°C в течение 4 суток с применением спиртовой фракции по определенной методикет [2]. В активную форму Н-ЦКЕ-ХМ переводили путем обработки цеолита 1М водным раствором  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с последующим высушиванием и прокалкой при 600°C. Конверсию пропан-бутановой фракции состава: метан – 0,3; этан – 3,0; пропан – 80,9; бутаны – 15,8 мас. % на модифицированном цеолитсодержащем катализаторе проводили по методике [3].

На рисунке 1 представлена зависимость выхода жидкой фазы от температуры процесса конверсии.



**Рисунок - 1 Влияние температуры процесса на выход жидкой фазы на катализаторе Н-ЦКЕ-ХМ, модифицированном оксидом галлия**

Примечание: БТК фракция – бензол, толуол, ксилол фракция

Таким образом, наибольший выход продуктов катализата наблюдается на катализаторе Н-ЦКЕ-ХМ(5%Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и составляет 68,3% при 600°C и 57,9% при 525°C, что обусловлено условиями протекания процесса и эксплуатацией катализатора а также подтверждает большую каталитическую активность образца.

1. Постановление Правительства РФ от 8 января 2009 г. «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» – М., 2009.

2. Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Пат. России № 2313486. 2007. Опубл.: 27.12.2007.

3. Ерофеев В.И., Хасанов В.В., Вайсбеккер М.С., Егорова Л.А. Успехи современного естествознания, 2017, № 7, 7-11.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИТИООКСАМИДИРОВАННОГО ПОЛИСИЛОКСАНА В ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

**Евсеев М.Е.<sup>1</sup>, Федосеева Е.А.<sup>1</sup>, Холмогорова А.С.<sup>1</sup>,  
Свинцова Е.А.<sup>1</sup>, Неудачина Л.К.<sup>1</sup>, Пузырев И.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д.19

<sup>2</sup>Институт органического синтеза УрО РАН  
620137, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д.22  
[sonimax777@gmail.com](mailto:sonimax777@gmail.com)

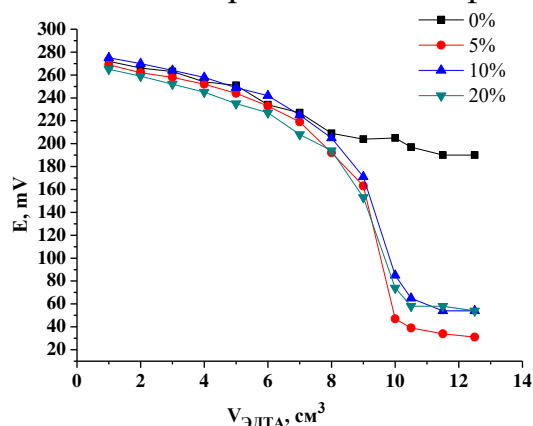
Ключевые слова: полисилоксан, угольно-пастовые электроды, благородные металлы, рубeanоводородная кислота.

В настоящей работе для определения содержания палладия (II) и серебра (I) в водных растворах предложен сорбционно-спектроскопический метод с применением полисилоксана, модифицированного группами рубeanоводородной кислоты (ДТОАП), и метод потенциометрического титрования с использованием угольно-пастового электрода (УПЭ), модифицированного ДТОАП, в качестве индикаторного.

Объектом исследования являлся раствор активатора Pd 600, содержащего до 3% палладия (II). Для извлечения ценного компонента из анализируемого раствора использовали способ [1], заключающийся в извлечении иона металла на ДТОАП с последующей десорбцией раствором тиомочевина. Проведя сорбцию из 100,0 мл подготовленного раствора, в котором находилось 1,30 мг металла, после элюирования методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (ПААС) было определено содержание палладия (II) в растворе элюата – 1,03 мг. Низкая степень извлечения иона металла объясняется малой навеской сорбента.

Для определения палладия (II) и серебра (I) методом потенциометрического титрования использовались УПЭ с содержанием ДТОАП 0, 5, 10 и 20%. По изменению величины потенциала при различных значениях кислотности среды установлена рабочая область электрода: для определения серебра (I) pH 3–4, а для палладия (II) pH 1–2. При выборе титранта для потенциометрического титрования исследуемых ионов металлов выбраны растворы реактивов, образующие с аналитом комплексные соединения: ЭДТА, иодид калия, тиомочевина и рубeanоводородной кислота. На рисунке 1 представлены кривые потенциометрического титрования палладия (II) раствором ЭДТА, из

которых видно, что наибольший скачок в значениях потенциала наблюдается для УПЭ с 5 %-ым содержанием модификатора.



**Рис. 1 – Интегральные кривые титрования палладия (II) раствором ЭДТА.**

Установлено, что подходящим раствором титранта для обнаружения палладия (II) является иодид калия и ЭДТА; пригодным для титрования серебра (I) оказался раствор иодида калия. Во всех случаях размер скачка на кривой титрования составил порядка 0,2–0,3 В.

Для анализа раствора активатора Pd 600 потенциометрическим методом использовался раствор ЭДТА. Полученные результаты измерений представлены в таблице 1. Для оценки воспроизводимости результатов содержание палладия (II) определяли также методом ПААС.

**Таблица 1 – Определение содержания палладия (II) в растворе активатора Pd 600, n=10**

Концентрация палладия (II), мг/см <sup>3</sup>	
Метод ПААС	Метод потенциометрического титрования
2,47±0,18	2,45±0,05

Для подтверждения применимости УПЭ для определения содержания серебра (I) провели ряд потенциометрических титрований раствора ГСО 8204-2002 с применением иодида калия в виде раствора титранта.

**Таблица 2 – Определение содержания серебра (I) в модельном растворе, n=10**

Концентрация серебра (I), мг/см <sup>3</sup>	
Аттестованное значение	Найдено
1,04	1,03±0,01

Полученные результаты показывают, что угольно-пастовые электроды с полисилоксаном, модифицированные РВК, можно использовать в качестве сенсоров на ионы палладия (II).

*Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.А03.21.0006.*

1. Холмогорова А.С., Неудачина Л.К. Способ извлечения палладия с помощью полисилоксана. Пат. RU [2625205](#) // Бюл. изобр. 2016. № [20](#).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЫРОГО ТАЛЛОВОГО МАСЛА НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРБЕТОННОЙ КОМПОЗИЦИИ

**Егоров П.А., Шалфеева Э.Н., Сазанова А.А., Васильева С.Ю.,  
Насакин О.Е.**

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени  
И.Н.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[Pavel-p1998@mail.ru](mailto:Pavel-p1998@mail.ru)*

Ключевые слова: фурановые полимеры, мономер ФА, талловое масло, прочность, водопоглощение, плотность

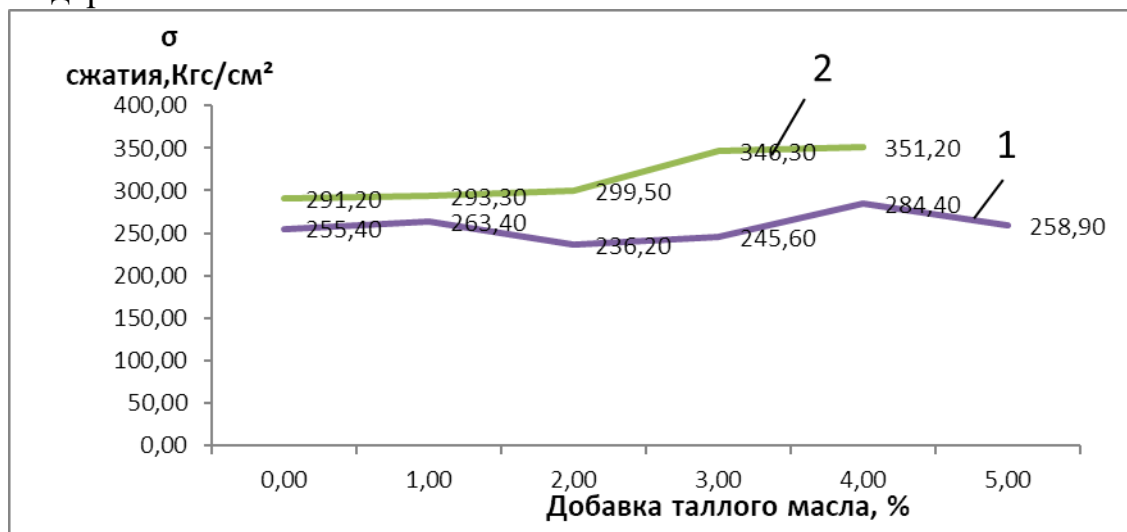
Полимеры на основе фурановых соединений обладают повышенной термо- и химической стойкостью, высокими показателями физико-механических свойств. Из фурановых соединений широко применяется мономер ФА – продукт конденсации фурфурола и ацетона. Исследования показали, что в его состав входят моно- и дифурфурилиденацетон, которые не взаимодействуют между собой в процессе отверждения, а структурируются автономно [1]. Считают, что при отверждении в кислой среде реакция идет и по этиленовой связи, и по карбонильной группе, затем происходит или разрыв фуранового кольца, или разрыв двойных связей фуранового кольца.

Благодаря своей высокой реакционной активности мономер ФА является перспективным сырьем для создания наполненных композиционных материалов путем модификации другими смолами – эпоксидными, алкидными и др.

В данной работе выбрано другое направление – модификация мономера ФА сырым талловым маслом, являющимся недорогим продуктом – отходом целлюлозно-бумажной промышленности. Талловое масло в своем составе содержит предельные и непредельные жирные кислоты, алифатические и терпеновые углеводы, альдегиды, спирты, стерины. Поэтому целью данной работы было изучение влияния добавки таллового масла в фурановое связующее для получения образцов полимербетона с новыми свойствами.

В фурановое связующее вводили разное количество таллового масла, вводили наполнитель, затем отверждали образцы при комнатной температуре, в них содержалось от 1 до 5% сырого таллового масла. После выдержки определяли плотность образцов, прочность на сжатие на разрывной электро-механической машине РЭМ-10А2 по ГОСТ 10180 – 2012, водопоглощение – по ГОСТ 12730.3-78. Результаты испытаний сравнивали с образцами, в которые не вводили талловое масло. Полученные данные представлены на рис.1 и в табл.2.

Как видно из рис.1, прочность образцов на сжатие после 17-дневной выдержки примерно такая же, как и в контрольном образце. Но она увеличивается по сравнению с контрольным образцом после 50-дневной выдержки.



**Рис. 1** Зависимость предела прочности образцов на сжатие от добавок таллового масла

1-Образцы испытывали через 17 дней выдержки после отверждения.

2-Образцы испытывали после 50-дневной выдержки.

**Таблица 1.** Зависимость водопоглощения и плотности образцов от количества таллового масла

№ опыта	Добавка таллового масла, %	Водопоглощение, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
1	-	3,9	1,71
2	1	3,5	1,78
3	2	1,4	1,85
4	3	1,4	1,85
5	4	0,9	1,88
6	5	0,7	1,89

Как видно из табл. 1, добавка сырого таллового масла уменьшает водопоглощение и увеличивает плотность образцов пластобетона. Можно предположить, что улучшение физико-механических свойств достигается за счет образования сетки водородных связей между гидроксильными группами спиртов таллового масла и кислородом фурановых колец, а также за счет образования дополнительных продуктов полимеризации компонентов таллового масла с ненасыщенными связями и фуранового связующего.

1. Муравицкая Т.П., Ивлев А.Г., Гурусова А.А. Вестник Костромского государственного технологического университета, 2010, №1, 98-100.

## СОЗДАНИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННОЕ КАОЛИНОВОЕ ВОЛОКНО

**Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кейбал Н.А., Кочетков В.Г.,  
Крюкова Д.А., Егорова С.А.**

*ВПИ (филиал) ВолГТУ Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета, 404121,  
Россия, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а;  
[sonya\\_lipton96@mail.ru](mailto:sonya_lipton96@mail.ru)*

Ключевые слова: резины, наполнители, каолиновое волокно, огнестойкость

Материалы способные работать при высоких температурах имеют важное значение во многих отраслях промышленности [1]. Одним из перспективных материалов являются волокнистые наполнители, повышающие стойкость к горению и эрозионному уносу образующегося кокса, прочность которого возрастает за счет армирующего эффекта.

Целью данной работы является создание огнестойкого эластичного эрозионностойкого материала, превосходящего по своим эксплуатационным характеристикам имеющиеся аналоги. Объектом исследования являлись резиновые смеси на основе СКЭПТ-40, содержащие серную вулканизирующую группу [2] и наполненные каолиновыми волокнами, фосфорборсодержащий олигомер (ФБО), разработанный на кафедре ВТПЭ ВПИ (филиал) ВолГТУ и в качестве полифункциональной добавки – гексахлор-п-ксилол (ГХПК).

Модификация позволяет улучшить физико-механические свойства (условная прочность при растяжении повышается на 10-12 %) и уменьшить скорость деструкции, при этом образуется более регулярная плотная мелкопористая коксовая структура, что способствует увеличению времени прогрева необогреваемой поверхности образца до 100°C и уменьшению потери массы и скорости линейного горения.

Таким образом, модифицированное каолиновое волокно увеличивает эффективность эластомерных огнестойких материалов при воздействии повышенных температур, высокотемпературных потоков и горении.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта молодых учёных ВолГТУ 2017 года.*

1. В. Ф. Каблов, *Изв. ВолГТУ*. 2016, 4(183). С.46-60.
2. С. В. Резниченко, Ю.Л. Морозова (ред) Большой справочник резинщика. Ч.1. М.: Техинформ. 2012, 744 с.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ - ОСНОВЫ МАСЛА ВМГЗ

**Епифанов И.П., Зотов Ю.Л.**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28;  
[ivapif@mail.ru](mailto:ivapif@mail.ru)*

Ключевые слова: гидроочистка, катализатор гидроочистки

Совершенствование процесса получения основы гидравлического масла ВМГЗ может быть достигнуто модернизацией первого этапа его производства - гидроочистки исходной дизельной фракции 250-340°C.

Основной задачей процесса гидроочистки является удаление сернистых, азотистых и кислородсодержащих соединений. На глубину очистки, а, следовательно, и на качество продукта – гидрогенизата влияет катализатор гидроочистки.

На действующем производстве – аналоге для процесса гидроочистки дизельных фракций основы масла ВМГЗ используют алюмоникельмолибденовый катализатор ГП-534М.

Используемый катализатор ГП-534М универсален по отношению к различным видам сырья, но обладает низкой удельной производительностью по сырью, что обуславливает использование большого слоя катализатора, загруженного в реактор.

Замена действующего катализатора на каталитическую систему ООО «Компании КАТАХИМ» состоящая из 50% катализатора РК-242Ni и 50% катализатора РК-231Co, позволяет обеспечить норму по содержанию серы в гидрогенизате (не более 0,02%) при более «мягких условиях». А именно, температурный интервал снижается до 330-365 °С (вместо 330-400 °С), увеличивается объемная скорость подачи сырья 1,2-1,5 ч<sup>-1</sup> (вместо 0,5 - 1,2 ч<sup>-1</sup>), снижается давление и кратность циркуляции водородсодержащего газа [1].

При увеличении объемной скорости подачи сырья, можно уменьшить количество используемого катализатора. Так, если приять объемную скорость 1,5 ч<sup>-1</sup> количество катализатора в действующей установке уменьшится в 3 раза, по сравнению с объёмной скоростью подачи сырья 0,5 ч<sup>-1</sup>.

1. Развитие технологии производств катализаторов гидрооблагораживания нефтяных фракций серии РК / В.К. Смирнов [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – МСК.: ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 2011.- 21-27с.



## ПРОИЗВОДСТВО ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА

**Ефимов Ю.Т., Горбушкина А.Н., Егоров С.В., Малыков М.А.,  
Филиппов В.М., Хитров Н.В.**

*ПАО «Химпром»  
429952 Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101  
[efimov@himprom.com](mailto:efimov@himprom.com)*

Ключевые слова: изопропиловый спирт, производство пероксида водорода, гидрирование

В технологии пероксида водорода изопропильным методом имеется узел гидрирования ацетона. Существует возможность получения товарного абсолютированного изопропилового спирта. В качестве сырья возможно использование закупного ацетона и ацетона со стадии получения пероксида водорода. При этом для обеспечения заданной мощности пероксида водорода необходимо было увеличить мощность узла гидрирования. Кроме того, высокая влажность свежего водорода увеличивала затраты при выделении абсолютированного изопропилового спирта.

Основными элементами увеличения мощности узла гидрирования для обеспечения одновременного выпуска пероксида водорода и абсолютированного изопропилового спирта явились:

- 1 Замена катализатора на реакторе гидрирования поз. 94<sub>2</sub>;
- 2 Создание узла осушки водорода;
- 3 Реконструкция узла гидрирования.

Необходимость осушки водорода появилась в связи с внедрением технологии производства абсолютированного изопропилового спирта с использованием нового катализатора гидрирования ацетона НИАП-14-02. При температуре окружающей среды от 25 до 30 °С содержание воды в водороде достигало 40-50 г/м<sup>3</sup>. В результате гидрирования ацетона массовая доля воды в изопропиловом спирте достигало 1,5-4,0 %.

Для решения этих вопросов была установлена газодувка на всасе перед компрессорами и организовано охлаждение водорода в теплообменнике захлажденной водой с выводом конденсата. Увеличение давления на всасе компрессоров привело к увеличению их производительности и давлению в реакторе гидрирования практически пропорционально давлению на всасе.

В настоящее время одновременно с наработкой пероксида водорода производится абсолютированный изопропиловый спирт в соответствии с требованиями ТУ 2421-556-05763441-2016.

## МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ

**Зотов Ю.Л., Заправдина Д.М., Вершигора Г.К., Смоленская А.А.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», 400131, Россия, г. Волгоград, Ленина пр., 28;  
[ylzotov@mail.ru](mailto:ylzotov@mail.ru)*

Ключевые слова: глицериды карбоновых кислот, карбоксилат кальция, многофункциональная добавка, малоотходная технология

Для придания базовым полимерам необходимых свойств их смешивают с другими веществами. В настоящее время полимерные материалы представляют собой многокомпонентные системы, содержащие помимо полимерной основы различные аддитивы.

Возрастающие требования к экологической безопасности и удорожание нефтепродуктов, стимулируют в последнее время активное развитие исследований в области синтеза и использования добавок, получаемых из возобновляемого растительного сырья и обладающих низкой токсичностью.

Сложные эфиры карбоновых кислот алифатического строения в основном используются в качестве вторичных пластификаторов для улучшения низкотемпературных свойств полимерных и битумных композиций.

Обычно этерификацию карбоновых кислот или их ангидридов со спиртами проводят в присутствии катализаторов, при повышенной температуре (130 - 270 °С) с одновременной азеотропной отгонкой образующейся воды, чтобы сместить равновесие реакции в сторону образования сложного эфира. Традиционно в качестве катализаторов использовали минеральные кислоты (серная, соляная, ортофосфорная). Несмотря на высокую производительность и низкую стоимость, кислотные катализаторы практически не используются на современных предприятиях по следующим причинам: возникновение таких побочных процессов, как дегидратация спиртов до олефинов и сульфирование непредельных соединений, необходимость использования больших количества промывных вод для нейтрализации кислоты, и коррозионная активность.

Нами запатентованы способы получения многофункциональных добавок [1, 2, 3] заключающиеся во взаимодействии глицерина с одноосновной карбоновой кислотой в присутствии глицерата кальция, с использованием азеотропной отгонки воды при 85-110 °С. Предложенная

технология заключается в каталитическом воздействии не на кислоту, а на спирт, что позволяет повысить его реакционную способность в процессе этерификации и избежать образования побочных продуктов, характерных при кислотном катализе процесса, а также свести к минимуму стадию очистки, что способствует значительному уменьшению количества сточных вод. В результате процесса образуются глицериды одноосновных карбоновых кислот и карбоксилат кальция, сочетание которых в составе многофункциональной добавки обеспечивает стабилизирующее и пластифицирующее действие на полимерную композицию, а также добавка проявляет свойства лубриканта.

С использованием разработанных добавок были получены ПВХ-композиции и испытаны в специализированной лаборатории. Определены значения термостабильности, показатель текучести расплава (ПТР), физико-механические характеристики. Установлено, что введение новых добавок не приводит к изменению цвета полимерной композиции и позволяет получать прозрачные изделия, нет проявлений выпотевания. Установлено, что введение данных добавок в рецептуру повышает показатель текучести расплава и увеличивает термостабильность поливинилхлоридных композиций, а также улучшает показатель морозостойкости для кровельного битума. Добавки улучшают перерабатываемость композиций. Сравнение разработанных добавок с импортной добавкой Локсиол S71G показало возможность замены импортной добавки в рецептуре для мягких и полужестких изделий на основе ПВХ при сохранении физико-механических характеристик и других контролируемых показателей.

Работа выполнена в рамках деятельности базовой кафедры ТОНС ВолгГТУ на АО "Каустик" г. Волгоград.

1. Пат. 2642075 Российская Федерация, МПК С10М103/06 [и др.] Способ получения металлсодержащей смазки для ПВХ-композиции / Ю.Л. Зотов, Д.М. Заправдина, Н.Ю. Зотова; ВолгГТУ. - 2018.

2. Пат. 2644898 Российская Федерация, МПК С08L27/06, С08K5/101, С08K13/02 Способ получения металлсодержащей смазки для поливинилхлоридной композиции / Ю.Л. Зотов, Д.М. Заправдина, К.А. Ежова; ВолгГТУ. - 2018.

3. Пат. 2643996 Российская Федерация, МПК С08L27/06, С08K5/101, С08K13/02 Способ получения пластификатора для поливинилхлоридной композиции / Ю.Л. Зотов, Д.М. Заправдина; ВолгГТУ. - 2018.

## РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХЛОРПАРАФИНОВ

**Зотов Ю.Л., Заправдина Д.М., Вершигора Г.К., Смоленская А.А.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», 400131, Россия, г. Волгоград, Ленина пр., 28;  
[ylzotov@mail.ru](mailto:ylzotov@mail.ru)*

Ключевые слова: хлорпарафины, стабилизатор, глицериды карбоновых кислот, многофункциональная добавка

Хлорпарафины представляют собой продукты разностороннего назначения. Использование хлорпарафинов в качестве антипиренов, а также экстендеров в полимерных композициях, является одними из наиболее важных направлений применения. Но в чистом виде хлорированные углеводороды не применяются ввиду низкой термостабильности. Использование термостабилизаторов обеспечивает снижение деструкции хлорпарафинов при воздействии высоких температур.

Известен способ получения пластификатора заключающейся во взаимодействии глицерина с высшей карбоновой кислотой в присутствии глицерата кальция. Данный способ позволяет в результате одного химического взаимодействия получить глицериды высших карбоновых кислот и карбоксилат кальция. Данная композиция была испытана в качестве термостабилизатора для хлорпарафинов и выявлено, что введение 2 м.ч. позволяет уменьшить массовую долю отщепленного HCl в 5,6-26 раз. Установлено, что сложные эфиры многоатомных спиртов и одноосновных карбоновых кислот проявляют термостабилизирующее действие на хлорированные углеводороды. Изучено влияние строения сложного эфира с целью подбора наиболее эффективного варианта комплексного термостабилизатора. Применение полученных композиций обладает рядом преимуществ: высокая эффективность, низкая токсичность, использование возобновляемого растительного сырья.

*Работа выполнена в рамках деятельности базовой кафедры ТОНС ВолгГТУ на АО "Каустик" г. Волгоград.*

1. Пат. 2643996 Российская Федерация, МПК C08L27/06, C08K5/101, C08K13/02 Способ получения пластификатора для поливинилхлоридной композиции / Ю.Л. Зотов, Д.М. Заправдина; ВолгГТУ. - 2018.

## ВАРИАНТЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВИНИЛХЛОРИДА, ПОЛУЧАЕМОГО ПИРОЛИЗОМ 1,2-ДИХЛОРЕТАНА

**Шишкин Е.В., Зотова Н.Ю.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», 400131, Россия, г. Волгоград, Ленина пр., 28;  
[natashazotova94@mail.ru](mailto:natashazotova94@mail.ru)*

Ключевые слова: винилхлорид, технология пиролиза 1,2-дихлорэтана.

На сегодняшний день объем мирового производства винилхлорида приближается к 40 млн тонн в год, до 98% которого расходуется на получение поливинилхлорида (ПВХ), незаменимого практически во всех отраслях промышленности полимерного материала [1].

Среди способов получения хлористого винила значительное место занимает в промышленности процесс термического разложения 1,2-дихлорэтана (ДХЭ) [1]. Проведение процесса крекинга в условиях повышенных температур приводит к увеличению содержания нежелательных примесей (аллен, метилацетилен, винилацетилен, дивинил) в ВХ-ректификате, что ухудшает свойства образующегося полимера.

Показано, что скорость и селективность процесса пиролиза определяется температурой процесса, она не должна превышать 510 – 515°C. Моделирование [2] и теоретический расчет режимных параметров процесса был осуществлен при помощи ППП Aspen HYSYS.

Установлено, что для сокращения доли побочных реакций необходимо уменьшить тепловую нагрузку на наиболее нагруженную нижнюю зону реактора, перенести её в среднюю и верхнюю радиантные зоны. Это позволяет снизить температуру на выходе из реактора до 500-510 °С и обеспечить постоянство всех параметров процесса.

Найдено, что снижение нагрузки по сырью до 2,5 м<sup>3</sup>/час позволяет расширить зону оптимальных температур в змеевике реактора до 140 м.

*Работа выполнена в рамках деятельности базовой кафедры ТОНС ВолГТУ на АО "Каустик" г. Волгоград.*

1. Флид М.Р., Трегер Ю.А. Винилхлорид: химия и технология. В 2-х кн. Кн. 1. – М.: Калвис, 2008. – 584 с.

2. И.А. Шолдан, А.Б. Голованчиков, Ю.Л. Зотов Моделирование процесса термического пиролиза 1,2-дихлорэтана с целью получения хлористого винила. Известия ВолГТУ. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. - Волгоград, 2017. - № 4 (199). - С. 98-101.

# СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ 5,7-ДИМЕТИЛ-1,3-АДАМАНТАНДИОЛА: СИНТЕЗ И ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ

**Ивлева Е.А., Баймуратов М.Р., Куликова И.А.<sup>1</sup>, Климочкин Ю.Н.**

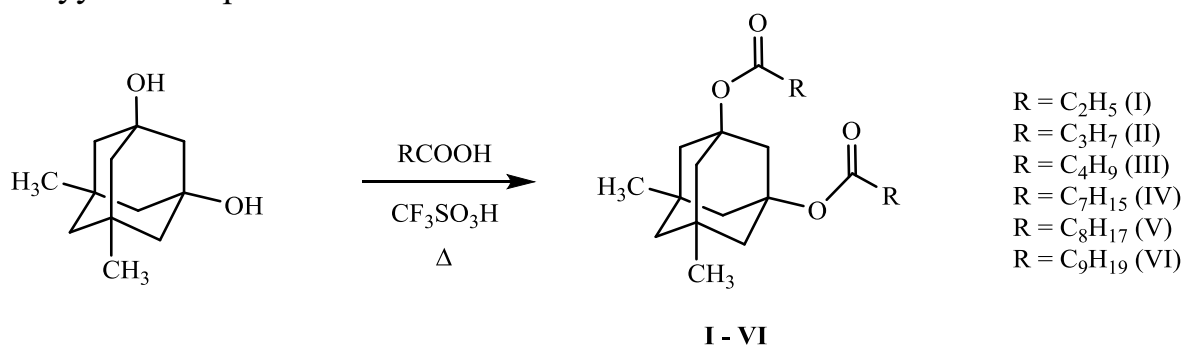
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
443100, Россия, г. Самара, Молодогвардейская, д. 244

[elena.a.ivleva@yandex.com](mailto:elena.a.ivleva@yandex.com)

<sup>1</sup> АО «Средневожский научно-исследовательский институт по  
нефтепереработке»,  
446200, Россия, г. Новокуйбышевск, ул. Научная, д. 1

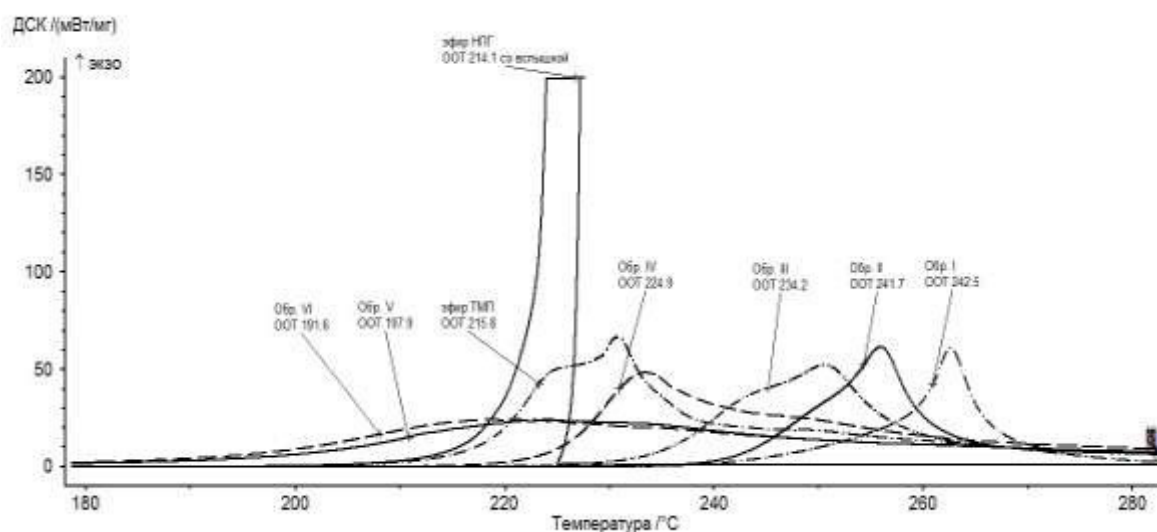
Ключевые слова: сложные эфиры, термоокислительная стабильность, адамантандиол

Работа посвящена изучению термоокислительной стабильности сложных эфиров, полученных из 5,7-диметил-1,3-адамантандиола и кислот C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>. Выбор длины остатка определялся получением эфиров близких по молекулярной массе и свойствам к широко применяемым эфирам на основе неопентилгликоля (НПГ) и триметилпропана (ТПМ) [1-5]. Наличие метильных групп в узловых положениях каркаса адамантана в молекуле исходного соединения обусловлено улучшением физико-химических характеристик (термоокислительной стабильности, температуры застывания, кинематической вязкости) эфиров, полученных на их основе, по сравнению с незамещенными аналогами [6-8]. Синтез сложных эфиров (I-VI) осуществляли этерификацией в присутствии CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>H, выходы продуктов составляют 46-88% после очистки вакуумной перегонкой.



На рис. 1 представлены результаты исследований термоокислительной стабильности эфиров (способности соединений противостоять окислению без антиокислительных присадок) по ASTM E2009 в виде начальной температуры окисления (OOT). Из представленных данных видно, что наименее стабилен при высоких температурах эфир НПГ - при его испытании при температуре 214°C произошло бурное окисление со вспышкой. Эфиры I-IV обладают более

высокими значениями термоокислительной стабильности (ООТ 224.9-242.5°C), причем с ростом длины углеводородного радикала от C<sub>2</sub> до C<sub>7</sub> она постепенно снижается.



**Рисунок 1.** Термоокислительная стабильность по ASTM E2009 диэфиров 5,7-диметил-1,3-адамантандиола (I-VI) и эфиров неопентилполиолов.

Исследовано влияние строения эфиров 5,7-диметил-1,3-адамантандиола на термоокислительные свойства. Проведено сравнение адамантансодержащих эфиров с товарными продуктами дикаприлат/дикапринат неопентилгликоля, трикаприлат/трикапринат триметилпропана. Показана принципиальная возможность применения эфиров I-IV в качестве термостабильных основ масел.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках соглашения 14.577.21.0237 (уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57714X0237).*

1. Li R.-J., Chen L., Jan Z.-C. J. Am. Oil Chem. Soc., 2012, 89, P. 75-77.
2. Zulkifli N.W.M., Kalam M.A., Masjuki H.H., Junus R. Procedia Engineering, 2013, 68, 152-156.
3. Zhang T., Howell B.A., Smith P.B. J. Therm. Anal. Calorim., 2014, 116, P. 1369-1374.
4. Kania D., Junus R., Omar R., Rashid S.A., Jan B.M. J. Petrol. Sci. Engineering, 2015, 135, 177-180.
5. Liao D., He J., Mao L., Xu J. Industrial Lubrication and Tribology, 2015, 67, P. 449-461.
6. Ивлева Е.А., Баймуратов М.Р., Журавлева Ю.А. и др. Нефтехимия, 2015, 55, 140-146.
7. Ивлева Е.А., Баймуратов М.Р., Гаврилова В.С. и др. Нефтехимия, 2015, 55, 528-534.
8. Ивлева Е.А., Баймуратов М.Р., Журавлева Ю.А. и др. Журн. общ. Химии, 2014, 84, 2048-2050.



# СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ 2,7-ДИОКСАБИЦИКЛО[3.2.1]ОКТАНА В ВОДЕ

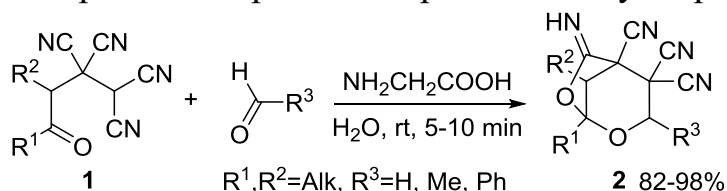
Иевлев М.Ю.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[hiliam@bk.ru](mailto:hiliam@bk.ru)

Ключевые слова: нитрилы, синтез в воде, бициклооктаны

Вода является дешевым и доступным растворителем для осуществления органических синтезов. Использование воды в качестве растворителя повышает экологичность и безопасность технологического процесса, что соответствует основным принципам «зеленой химии».

Нами было обнаружено что полифункциональные соединения 2,7-диоксибицикло[3.2.1]октанового ряда **2** могут быть диастереоселективно синтезированы в воде в присутствии каталитического количества глицина. Исходные соединения **1**, представляющие собой реакционноспособные аддукты кетонов и тетрацианоэтилена, также были получены в отсутствие токсичных органических растворителей в условиях разработанной нами ранее «solvent-free» технологии [1]. Кроме того, важным достоинством предлагаемого способа синтеза соединений **2** является практически полная конверсия исходных соединений в целевой продукт, что отвечает критериям эффективности для новых технологических процессов при их внедрении в общую практику.



Учитывая описанную цитотоксичность соединений 2,7-диоксибицикло[3.2.1]октанового ряда **2** по отношению к различным клеточным линиям рака [2], возможность экологически безопасного синтеза данных структур является безусловно положительным фактором для их дальнейшего использования в качестве действующего вещества в фармацевтических препаратах.

*Работа выполнена в рамках стипендии Президента РФ для молодых ученых и аспирантов СП-127.2016.4.*

1. Ершов О.В., Иевлев М.Ю., Беликов М.Ю. и др. ЖОрХ, 2016, 52 (9), 1364-1366.

2. Гуревич П.А., Иевлев М.Ю., Палова С.И. и др. Вестник технологического университета, 2016, 19 (10), 141-142.



## СИНТЕЗ ТИОСЕМИКАРБАЗОНА НА ОСНОВЕ ДИЭТИЛАМИНОПРОПИЛАМИНА

**Кенжетаева С.О., Абуляисова Л.К., Сиволобова О.А., Шокенова С.**

*Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,  
100028, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28;  
Академия «Болашақ», 100014, Казахстан, г. Караганда, ул. Ерубаяева, 16;  
[kenzhetaeva58@mail.ru](mailto:kenzhetaeva58@mail.ru)*

Ключевые слова: тиосемикарбазоны, диэтиламинопропиламин

Среди органических реагентов, применяемых в аналитической практике для обнаружения, количественного определения, разделения и концентрирования металлов, особый интерес представляют тиосемикарбазоны, гидразоны, азометины, семикарбазоны, эффективно координирующие металл через иминный атом азота, атомы серы и кислорода [1].

Особое место занимают тиосемикарбазоны, которые благодаря наличию нескольких активных реакционных центров используются для синтеза азот- и серасодержащих гетероциклических соединений. Так, производные тиосемикарбазона 2-пиридинальдегида проявляют ярко выраженные antiviralные, противораковые и антибактериальные свойства, а тиосемикарбазоны метилглиоксаля известны как канцеростатики [2].

С целью синтеза новых замещенных производных тиосемикарбазонов, нами взаимодействием диэтиламинопропиламина с сероуглеродом в среде этанола была получена дитиокарбаминовая соль вышеназванного амина, которая далее под воздействием гидразина была превращена в N-замещенный тиосемикарбазид.

Полученный таким способом тиосемикарбазид подвергли воздействию n-аминобензальдегида, в результате чего синтезировали ранее неизвестный тиосемикарбазон. Реакцию проводили в этаноле при нагревании на водяной бане смеси тиосемикарбазиды и альдегида с прибавлением нескольких капель пиперидина. Контроль реакции проводили по ТСХ. Выход продукта составил 82%. Перекристаллизация из этанола.

1. Данилкина Н.А., Михайлов Л.Е., Ивин Б.А. //Жур. Орг. Хим., 2006. – 42. – С. 807.
2. Газиева Г.А., Кравченко А.И. Успехи химии, 2012. – 81 (6). – С. 494-523.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОКСИЛАТОВ МЕДИ В ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕДАХ

Кликин Е.Г.

Юго-Западный государственный университет, 305040, Россия,  
г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94;  
[klikin.zhenya@yandex.ru](mailto:klikin.zhenya@yandex.ru)

Ключевые слова: карбоксилаты, трибохимический катализатор, лимитирующая стадия, диффузионный режим протекания процесса, макроциклическая стадия

Были получены карбоксилаты меди путем прямого взаимодействия оксида меди (II) с антралиловой кислотой в среде диметилформаида в присутствии трибохимических катализаторов, содержащих amino и амидогруппы [1]. Изучена макрокинетика данных сложных химических процессов при комнатной температуре и при температуре 75-80 °С. На рисунке 1 представлены кинетические кривые накопления карбоксилатов меди (II) при разных температурах.

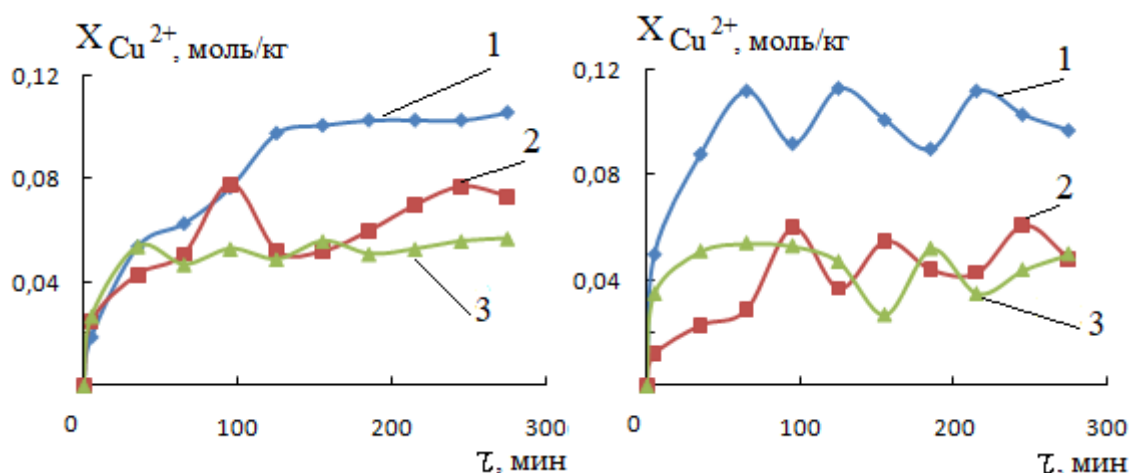
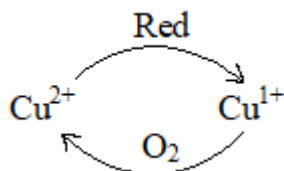


Рисунок 1 - Кинетические кривые накопления соединений меди (II) при комнатной температуре (рисунок слева) и при температуре 75-80 °С (рисунок справа) при взаимодействии 0,025 моль оксида меди (II) с 0,055 моль антралиловой кислоты в среде диметилформаида.

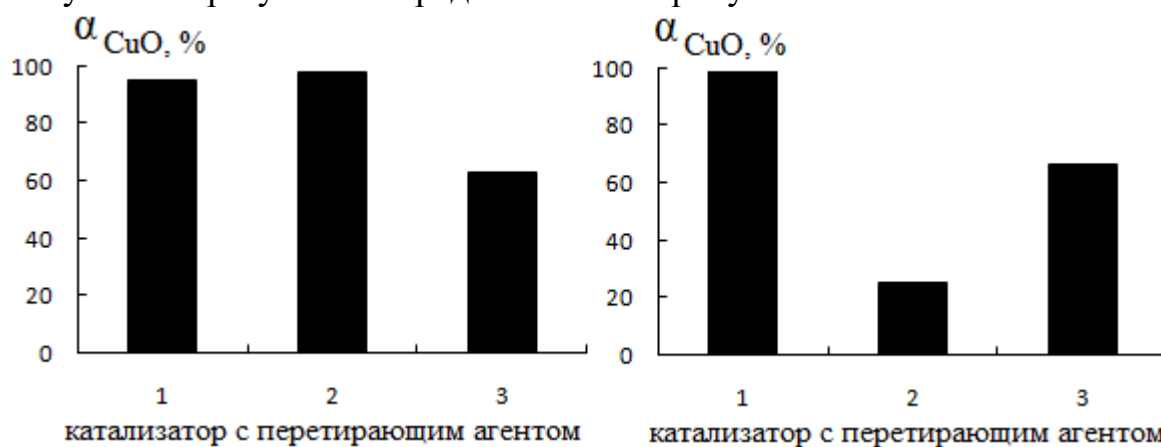
График слева: 1- катализатор - мочеви́на, перетирающий агент - измельченный цинк, 2 – катализатор - фенилтиомочевина, перетирающий агент - измельченная железная проволока, 3 - катализатор – тиомочевина, перетирающий агент - измельченный цинк.

График справа: 1- катализатор – нитрат аммония, перетирающий агент – фаянсовая крошка, 2 - катализатор – нитрат аммония, перетирающий агент - измельченный цинк., 3 – катализатор - тиомочевина, перетирающий агент - измельченный цинк.

Резкие скачки концентраций свидетельствуют о протекании окислительно-восстановительных реакций (помимо соединений меди (II) присутствуют так же и соединения меди (I) Следовательно, в данном процессе может иметь место макроциклическая стадия, где восстановителями (Red) являются соединения, содержащие amino и амидогруппы, окислитель - кислород воздуха.



Рассчитывались степени превращения исходных реагентов, полученные результаты представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2 - Гистограмма сравнения степеней превращения оксида меди (II) при различных температурах в среде диметилформамида с использованием антраниловой кислоты в качестве второго реагента. Рисунок слева – температура 25 °С. Рисунок справа – температура 75-80°С.**

Подписи к гистограммам соответствуют рисунку 1.

Таким образом, по полученным экспериментальным данным видно, что повышенная температура не способствует ускорению химической реакции. Следовательно, стадия химического взаимодействия данного сложного гетерогенного гетерофазного химического процесса не может быть лимитирующей. Скорость всего процесса определяется либо стадией подвода реагентов в зону реакции, т.е. в объем фазы или на поверхность контакта, где протекает химическая реакция, либо стадией отвода продуктов химической реакции из зоны ее протекания, что наиболее вероятно. Следовательно, химический процесс получения карбоксилатов меди (II) в органических растворителях протекает в диффузионном режиме [2].

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.- 679 с.
2. Иванов А.М. Макрокинетика химических процессов/ А.М. Иванов. – Курск: ЮЗГУ, 2012. – 340 с.

# АКТИВИРУЮЩИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ ЛЕЙКОКСЕНОVOГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕРНОКИСЛОТНЫМ СПОСОБОМ

Копьёв Д.Ю., Анисонян К.Г., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б.

ИМЕТ РАН, 119334, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 49;  
kopiev@yandex.ru

Ключевые слова: лейкоксеновый концентрат, аносовит, активационный восстановительный обжиг, сернокислотное выщелачивание

Диоксид титана используется в качестве белого пигмента в производстве красок пластиков, керамических изделий и пр. В России диоксид титана производится по сернокислотному способу на предприятии "Крымский титан" мощностью около 100 тыс.т  $TiO_2$ . В 2020 г. будет начато строительство нового цеха мощностью 80 тыс.т  $TiO_2$ . Несмотря на то, что Россия обладает большими запасами титана, "Крымский титан" работает на импортном сырье, что связано со сложным составом руд отечественных месторождений.

Наиболее крупные запасы титана России сосредоточены в Ярегском месторождении лейкоксеновых песчаников. Лейкоксеновый концентрат, полученный после флотации содержит 50 %  $TiO_2$  (в виде рутила) и 40%  $SiO_2$ . Для переработки концентрата сернокислотным способом требуется его предварительная активация, так как разложение рутила серной кислотой в условиях производства диоксида титана невозможно.

В связи с этим нами проведены исследования по активации лейкоксенового концентрата посредством восстановления рутила до аносовита ( $Ti_3O_5$ ) при температурах 1250-1450°C в присутствии 0,6-7,5% С. Установлено, что образование аносовита начинается при 1250°C и добавке 2,5%С. С увеличением температуры и добавки восстановителя количество аносовита возрастает и достигает максимума при 1400-1450°C и 5-7,5%С. При этом в процессе восстановления отмечается образование побочных фаз. Так, в зависимости от условий восстановления, с аносовитом могут присутствовать одновременно фазы Магнели и оксикарбиды титана в различном соотношении. Это указывает на то, что процесс восстановления рутила в зернах лейкоксена идет ступенчато от поверхности к центру зерен. При сернокислотном вскрытии степень разложения продуктов восстановления, полученных в оптимальных условиях, достигала 99%, что говорит об эффективности активирующего восстановительного обжига.

*Работа выполнялась по государственному заданию № 007-00129-18-00.*

# АЛГОРИТМЫ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ СМЕШЕНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Кузнецов А.С.

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет», 119571,  
Россия, г. Москва, Вернадского пр., 86;  
[askuznetsov@mitht.ru](mailto:askuznetsov@mitht.ru)

Ключевые слова: процесс смешения, структурирование, эластомерный композит, химико-технологический процесс.

В настоящее время изделия из многокомпонентных эластомерных композитов применяются во всех отраслях промышленности и народного хозяйства. Конструктивные элементы из резины зачастую работают в достаточно жестких условиях эксплуатации – агрессивные среды, абразивный износ, значительные статические и динамические нагрузки, большие перепады температур и давлений в процессе эксплуатации, что диктует достаточно высокие требования к уровню свойств продукции из эластомерных композитов [1].

Получению готового продукта – изделия из многокомпонентного эластомерного композита с комплексом заданных свойств предшествует большое число подготовительных операций и технологических стадий.

Наиболее сложными с точки зрения организации управления являются технологические стадии смешения и структурирования эластомерных систем [2]. Известно, что возмущения, приводящие к отклонению параметров качества, носят рецептурно-технологический фактор [3, 4].

Для описания процессов на производстве продукции из эластомерных композитов была построена процессная модель управления структурированием эластомерных систем (рис. 1.). Всего было выделено 4 группы процессов. Данная модель позволяет регламентировать основные процессы производства изделий из многокомпонентных эластомерных композитов на основе процессного подхода.

Для операций смешения и структурирования многокомпонентных эластомерных композитов предложены алгоритмы управления, которые в виде блок-схем представлены на рис. 2 и 3.

Для стадии смешения контролируются следующие параметры: пластичность каучука, температура смеси, время смешения, порядок введения ингредиентов.



Рисунок 1. Процессная модель управления структурированием эластомерных систем.

Данные параметры установлены в паспортах смеси и каучука. Для накопления статистической информации по работе со смесью предусмотрено занесение всех параметров и характеристик в информационную базу данных. При несовпадении показателей полуфабриката с заданными осуществляется доработка смеси до заданных величин или снижение ее класса, вплоть до забраковки [5].

На стадию структурирования попадает только полуфабрикат, отвечающий всем показателем качества. Параметры переработки смеси в изделие: температура процесса структурирования, время обработки и давление среды. После получения готового изделия проводятся испытания на уровень физико-механических эластических свойств, а также таких эксплуатационных свойств как твердость и истираемость.

В ходе выполнения действий алгоритма происходит сравнение текущих показателей процесса со стандартными, в случае отклонения текущих значений параметров от стандартных, происходит их корректировка путем доработки смеси или корректировки рецептуры.

В ходе выполнения действий алгоритма происходит сравнение текущих показателей процесса со стандартными, в случае отклонения текущих значений параметров от стандартных, происходит их корректировка путем доработки смеси или корректировки рецептуры, или некоторых параметров. Путем осуществления контроля и управления качеством проведения промежуточных стадий и стадий получения готовой продукции, возможно добиться более строгого

соответствия показателей полуфабриката и готового продукта нормам, установленным в паспорте изделия и карте смеси.

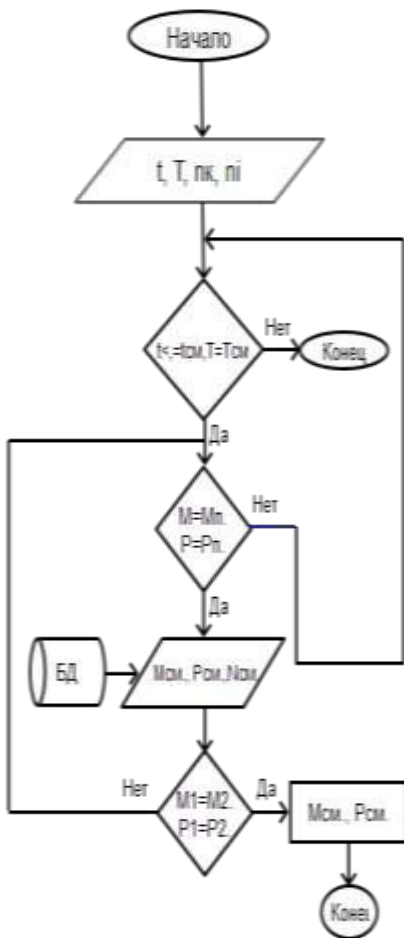


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма управления процессом смешения эластомерного композита.

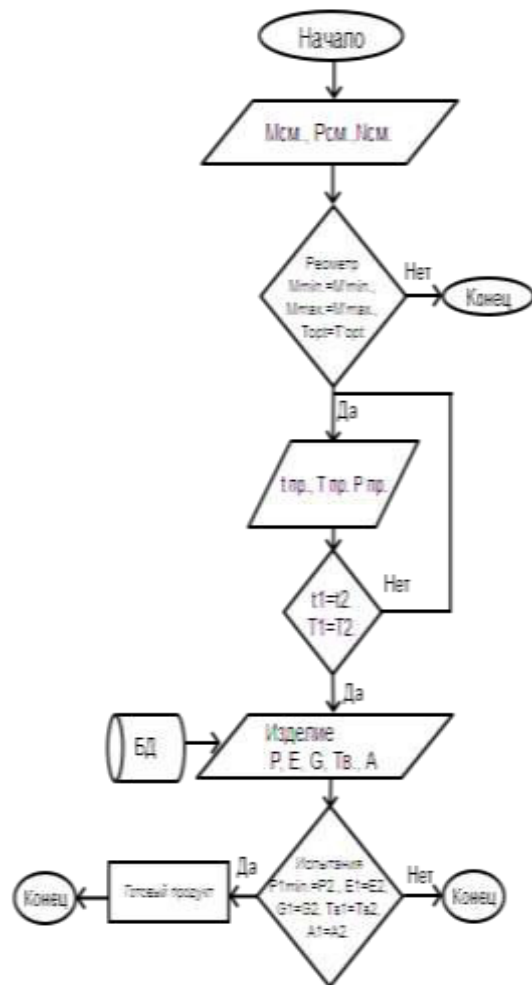


Рисунок 3. Блок-схема управления процессом структурирования эластомерного композита.

1. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. – М.: Эксим, 2000. – 288 с.
2. Уральский М.Л., Горелик Р.А., Буканов А.М. Контроль и регулирование технологических свойств резиновых смесей. // М.: Химия, 1983. – 128 с.
3. Агаянц И.М. Азы статистики в мире химии. – М.: Изд. МИТХТ. 2012. – 441 с.
4. Сочнев А.Н. Автоматизированная система управления вулканизационными характеристиками резиновой смеси в производстве резинотехнических изделий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саратов, 2008. – 20 с.
5. Новаков И.А., Новопольцева О.М., Кракшин М.А. Методы оценки и регулирования пластоэластических и вулканизационных свойств эластомеров и композиций на их основе. – М.: Химия, 2000. – 240с.
6. Кузнецов А.С. Информационная поддержка системы управления технологическим процессом структурирования эластомерных систем с применением реометрических кривых / В.Ф. Корнюшко, И.А. Гончаров, И.М. Агаянц, // Прикладная информатика – 2016. – № 2 – с.5-12.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНГИБИТОРОВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ

**Кузьмин М.В., Эндюськин В.П., Ефимов Ю.Т., Миронов Н.М.**

*ФГБОУ ВО «Чуваши́йский государственный университет им.  
И.Н.Ульянова», Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
mlimait@rambler.ru*

*ПАО «Химпром», Россия, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 101;  
himprom@chtt.ru*

Современные ингибиторы защищают теплотехническое оборудование не только от отложений минеральных солей (накипи), но и от коррозии. Наиболее эффективную защиту обеспечивают композиционные ингибиторы. В настоящее время выпуск реагентов по предотвращению коррозии, солеотложений ведется как российскими (ПАО «Химпром», Новочебоксарск) так и зарубежными (Nalco, General Electric, Guilini Chemie и др.) предприятиями. Выпускаемые реагенты не всегда соответствуют требованиям качества, недостаточно эффективны, дороги и не универсальны.

В настоящей работе проведена экспериментальная сравнительная оценка эффективности ингибиторов отечественного и зарубежного производства. Испытания ингибиторов проводились согласно (СО 34.37.536-2004) «Методическим рекомендациям по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии» и СО 34.37.533-2001 (РД 153-34.0-37.533-2001) «Методическим указаниям по определению марки и оптимальной концентрации антинакипина для обработки подпиточной и сетевой воды систем теплоснабжения». Кальциевая жесткость воды определялась по СО 34-70-953.25-92. Испытывались следующие ингибиторы: Гилуфер 422 - производства БК «Джулини», Германия; Хеллайн 31-2 - производства ПК «Махим», РФ, г. Казань; реагент ПАФ-13А, ингибиторы солетложений ИОМС-1, ДИФАЛОН, АФОН 300М марки «Б», АФОН 330-25А, нитрилотриметилфосфоновая кислота (НТФ), оксиэтилидендифосфоновая кислота (ОЭДФК) производства ПАО «Химпром».

Было выявлено, что наиболее эффективным ингибитором солеотложений является Гилуфер 422, который эффективен при температурах до 100 °С, но при высоких температурах он не устойчив и начинается его термическая деструкция. Наибольшую устойчивость к действию температуры проявили реагенты ПАФ-13А и ИОМС-1, которые эффективны на всем интервале температур.



## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ (II) 2,6-ДИТИОЛ-4-МЕТИЛФЕНОЛОМ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМИ ДИАМИНАМИ

Кулиев К.А., Ибрагимов Г.И., Сулейманова Г.С., Сардарлы А.М.

*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет,  
Баку, Ул. У. Гаджибекова, 68, Az1000  
[kerim.kuliev.69@mail.ru](mailto:kerim.kuliev.69@mail.ru)*

Ключевые слова: никель, 2,6-дитиол-4-метилфенол, фенантролин, батофенантролин

Никель(II) образует с 2,6-дитиол-4-метилфенолом (ДТМФ) и гетероциклическими диаминами (Ам) разнолигандные соединения (РЛК) оранжевого цвета. Из гетероциклических диаминов использованы фенантролин (Фен) и батофенантролин (БФен). Образование РЛК протекает в слабощелочной среде (рН=5.8-8.6). При однократной экстракции хлороформом извлекается 98,8 % Ni(II) в виде РЛК. Для образования и экстракции комплекса РЛК необходимы следующие концентрации растворов:  $8.5 \cdot 10^{-4}$  М ДТМФ и  $6.8 \cdot 10^{-4}$  М Ам. Максимумы в спектре поглощения комплексов Ni(II)-ДТМФ-Фен и Ni(II)-ДТМФ-БФен находятся при 465 ( $\epsilon=1.94 \cdot 10^4$ ) и 475 нм ( $\epsilon=2,53 \cdot 10^4$ ) соответственно. Равновесие при экстракции РЛК устанавливается в течение 5 мин. При слабом нагревании окраска развивается мгновенно. Экстракты устойчивы более 10 суток.

Никель(II) образует с гетероциклическими диаминами катионные комплексы состава  $Ni(Am)_3^{2+}$ . При взаимодействии никеля с ДТМФ образуются анионные комплексы состава  $Ni(ДТМФ)_2^{-}$ . Состав РЛК соответствует Ni(II) : ДТМФ : Ам = 1 : 1 : 2. Комплексообразующим ионом является  $Ni^{2+}$ . Синтезирован и исследован методами химического анализа, термогравиметрии и ИК-спектроскопии комплекс Ni(II) с ДТМФ и Фен. Произведенные расчеты показали, что РЛК в органической фазе не полимеризуются и находятся в мономерной форме ( $\gamma=1.03-1.07$ ). Предполагается, что образуется РЛК со смешанной координационной сферой. Соблюдение закона Бера наблюдается в интервале концентрации никеля 0.5-16 мкг/мл, что позволяет использовать их для спектрофотометрического определения никеля.

Избирательность определения существенно увеличивается в присутствии маскирующих реагентов или же при изменении рН среды. На основании полученных результатов разработаны новые экстракционно-спектрофотометрические методики определения никеля в разных объектах.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СВЕЖЕФОРМИРОВАННЫХ ГИДРОКСИДАХ МЕТАЛЛОВ

Ладыгина Ю.Ш., Мец Е.А.

*Российский Химико-Технологический Университет имени Д.И. Менделеева, 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь 9;  
[poteeva89@mail.ru](mailto:poteeva89@mail.ru)*

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, адсорбция, гидроксид

В настоящее время в мире существует множество производств, использующих или производящих химические вещества, которые непосредственно влияют на окружающую среду. Они попадают в водоемы путем сброса сточных вод в водоемы и реки. Одним из главных загрязнителей являются поверхностно-активные вещества (ПАВ)[1-2].

Особое внимание в данной работе отводится адсорбции ПАВ на свежеприготовленных осадках гидроксидов металлов алюминия, железа, меди, никеля, цинка. Объектами исследования были водные растворы с различной концентрацией ПАВ от 50 до 1000 мг/л.

В данной статье представлены экспериментальные результаты сорбционных процессов извлечения анионных ПАВ NaDDS и NaDBS, и катионных ПАВ СЕПТАПАВ ХСВ50 и ХЭВ70 на таких сорбентах, как свежесформированные гидроксидные осадки алюминия и железа.

Проведенные исследования показали, что для извлечения NaDDS наиболее высокие значения наблюдаются на гидроксидах Fe, Ni, Cu, Zn при концентрациях больше 250 мг/л. Гидроксиды Cu, Ni, Zn обладают высокой сорбционной емкостью по отношению к NaDDS.

Установлено, что величина адсорбции (Гадс) СЕПТАПАВ ХЭВ70 в 2-3 выше, чем величина адсорбции СЕПТАПАВ ХСВ50. Величина адсорбции (Гадс) СЕПТАПАВ ХСВ50 на гидроксиде алюминия показывает высокую сорбционную емкость при концентрации ПАВ выше 250 мг/л. Высокие показатели адсорбции наблюдаются также на гидроксиде железа при исходных концентрациях ПАВ от 500- 750 мг/л.

Было установлено, что степень извлечения и адсорбции поверхностно-активных веществ зависит от соотношения концентрации металл/поверхностно-активное вещество в водном растворе.

1. Пушкарев В.В., Трофимов И.Д. Физико-химические особенности очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ. М.: Химия, 1975. 144 с.
2. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. СПб.: Профессия. 2004. 240 с.

## ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНАПОЛНЕННОГО ПОЛИАМИДА-6

Леонов Д.В., Устинова Т.П., Левкина Н.Л.

*Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО  
«Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.», Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17;  
[dmitrijleonov2011@yandex.ru](mailto:dmitrijleonov2011@yandex.ru)*

Ключевые слова: полиамид-6, углеродсодержащие наполнители, полимеризационное совмещение компонентов, функциональные свойства

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (У.М.Н.И.К.).

Промышленно выпускаемый, многотоннажный полимер – полиамид-6, имеет высокие эксплуатационные свойства, однако является диэлектриком. Ранее [1,2] была показана перспективность использования окисленного графита в качестве модификатора полиамидной матрицы для улучшения антистатических характеристик синтезируемого материала. Поэтому в данной работе исследовали влияние различных углеродсодержащих наполнителей на комплекс свойств модифицированного на стадии синтеза полиамида-6.

В качестве объектов исследования использовали:

- Полиамид-6, синтезированный в лабораторных условиях методом катионной полимеризации с использованием капролактама (ГОСТ 7850-2013) и фосфорной кислоты (ГОСТ 6552-80).

- Углеродные нанотрубки марки Таунит-М. Размер частиц –  $\geq 2$  мкм с внешним диаметром 8-15 нм и с внутренним диаметром 4-8 нм; насыпная плотность - 0,03-0,05 г/см<sup>3</sup>; удельная поверхность  $\geq 300$ -320 м<sup>2</sup>/г.

- Дисперсная сажа марки Printex XE 2-B. Размер частиц – 30 нм; насыпная плотность – 0,1 – 0,14 г/см<sup>3</sup>, удельная условная поверхность - 900 – 1200 м<sup>2</sup>/г.

На первом этапе работы исследовано влияние малых добавок углеродсодержащих наполнителей на функциональные свойства модифицированного на стадии синтеза полиамида-6 (таблица 1).

Из полученных экспериментальных данных следует, что при модификации полиамида-6 практически в одинаковой степени проявляется тенденция к повышению теплопроводности полимера с увеличением содержания исследуемых модифицирующих добавок.

**Таблица 1. Функциональные свойства модифицированного полиамида-6**

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К	Удельная объемная электропроводимость, См/см*10 <sup>10</sup>
ПА-6 (лаб.)	0,098	1,1
ПА-6+0,5% УНТ	0,102	1,56
ПА-6+1,0% УНТ	0,128	1,96
ПА-6+1,5 % УНТ	0,13	-
ПА-6+0,5 % сажа	0,106	0,94
ПА-6+1,0 % сажа	0,118	0,96
ПА-6+1,5 % сажа	0,122	-

Однако их влияние на такой функциональной показатель, как удельная объемная электропроводимость неоднозначно. При введении углеродных нанотрубок данная характеристика увеличивается на 40-80%, в то время, как введение аналогичного количества наноразмерной сажи приводит к снижению удельной объемной проводимости (~15%). Это может быть связано со значительной разницей (в 3-4 раза) удельной поверхности исследуемых модификаторов и, как следствие, большой склонности к агрегации сажи и неравномерности ее распределения в полимере.

Комплексная оценка функциональных (таблица 1) и деформационно-прочностных характеристик (таблица 2) позволяет рекомендовать как более эффективный модификатор для полиамида-6 углеродные нанотрубки, вводимый в количестве 1 % от массы мономера.

**Таблица 2. Деформационно-прочностные свойства модифицированного полиамида-6**

Материал	Разрушающее напряжение МПа, при			Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю, МПа
	растяжении	сжатии	изгибе		
ПА-6 (лаб.)	44	100	70	19	100
ПА-6+0,5% УНТ	41	59	40	17	100
ПА-6+1,0% УНТ	48	55	42	17	101
ПА-6+1,5 % УНТ	49	52	42	16	104
ПА-6+0,5 % сажа	43	69	55	19	102
ПА-6+1,0 % сажа	29	64	52	14	107
ПА-6+1,5 % сажа	33	59	47	15	100

1. Леонов Д.В., Левкина Н.Л., Устинова Т.П. Выбор состава и комплексная оценка свойств полиамида-6, модифицированного окисленным графитом // Журнал прикладной химии. - 2015. - Т. 88. - № 6. - С. 957-962.

2. Леонов Д.В., Устинова Т.П., Левкина Н.Л., Севостьянов В.П. Изучение функциональных свойств полиамида-6, модифицированного на стадии синтеза углеродсодержащими наполнителями // Актуальные проблемы теории и практики электрохимических процессов: сборник материалов III Международной научной конференции молодых ученых. – 2017. – Т. 2.- С. 86-89.

# ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ЭТИЛ 2-ЦИАНО-2-(1,3-ДИТИОЛАН-2-ИЛИДЕН)АЦЕТАТА

Липин К.В., Мартюшова Е.В.

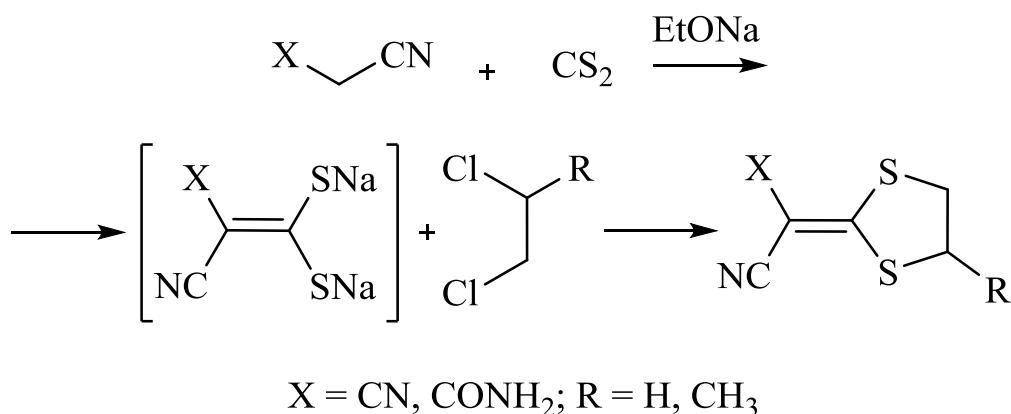
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[lipinkost@mail.ru](mailto:lipinkost@mail.ru)

Ключевые слова: дитиолан, сероорганические соединения, одnoreакторные синтезы

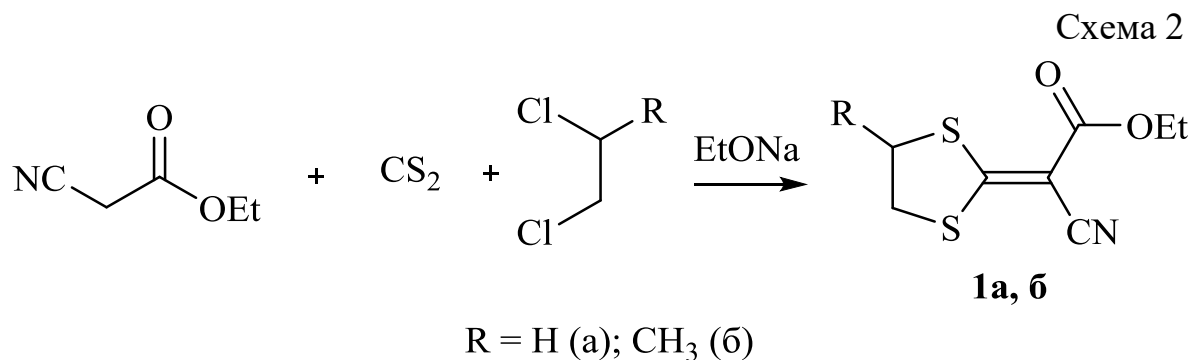
Пятичленные 1,3-дитиогетероциклы часто встречаются в синтезе веществ с ценными электронными и оптическими свойствами. Описаны соединения с 2-илиден-1,3-дитиолоновым фрагментом, поглощающие ближний ультрафиолет и узкие диапазоны видимого света [1], при этом обладающие светостойкостью и стабильностью. На основе этих веществ уже созданы материалы, применяемые для оптической записи информации и изготовления защитных покрытий от ультрафиолетового излучения.

Ранее сообщалось о разработанных методах синтеза некоторых представителей 2-илиден-1,3-дитиолонов [2]. Наибольший интерес представляет одnoreакторный способ получения, заключающийся во взаимодействии метиленактивного соединения, сероуглерода и дихлорэтана (Схема 1).

Схема 1



При дальнейшем изучении данного превращения было решено распространить одnoreакторный метод синтеза на более сложные объекты. В качестве метиленактивного соединения использовался этиловый эфир цианоуксусной кислоты. В результате с выходом 82-88% были получены этил 2-циано-2-(1,3-дитиолан-2-илиден)ацетаты **1a,б** (Схема 2).



Полученный 1,3-дителиолан **1a** известен [3], спектральные характеристики и физико-химические свойства совпадают с описанными.

Полученный 1,3-дителиолан **1б** неизвестен, строение подтверждено данными ИК-, масс- и <sup>1</sup>H ЯМР спектроскопии.

Разработка многокомпонентных one-pot синтезов является одним из направлений научных исследований нашего коллектива и продолжает цикл работ на эту тему [4-7].

Таким образом, разработан оригинальный one-pot метод синтеза этил 2-циано-2-(1,3-дителиолан-2-илиден)ацетатов, значительно упрощающий методику их получения.

*Исследование проведено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-5518.2018.3*

1. Stiefel E.I. Dithiolene Chemistry: Synthesis, Properties, and Applications / E.I. Stiefel, K.D. Karlin. N.-Y. etc: J. Wiley & Sons Inc., 2004. 738 с.
2. Липин К.В. Синтез некоторых представителей 2-илиден-1,3 – дителиолонов / К.В. Липин, О.В. Ершов, М.Ю. Беликов, С.В. Федосеев // Журнал органической химии, 2017. № 1. С. 148-150.
3. Didier V. A convenient one-pot synthesis of ketene dithioacetals / V. Didier, B.A. Abdelkrim // Synthesis, 1991. № 4. P. 301-303.
4. Липин К.В. Трехкомпонентный синтез 2-хлорпиридин-3,4-дикарбонитрилов / К.В. Липин, В.Н. Максимова, О.В. Ершов, А.В. Еремкин, Я.С. Каюков, О.Е. Насакин // Журнал органической химии, 2010. № 4. С. 623-624.
5. Липин К.В. Трёхкомпонентный синтез и биологическая активность 2-хлоропиридин-3,4-дикарбонитрилов / К.В. Липин, В.Н. Максимова, О.В. Ершов, О.Е. Насакин, Л.Ф. Саттарова, Б.П. Струнин, В.А. Антипов, П.А. Гуревич // Вестник Казанского технологического университета, 2010. № 8. С. 37-40.
6. Ershov O.V. Synthesis and solid-state fluorescence of aryl substituted 2-halogenocinchomeric dinitriles / Ershov O.V., Ievlev M.Y., Belikov M.Y., Lipin K.V., Naydenova A.I., Tafeenko V.A. // RSC ADVANCES, 2016. №85. P. 82227-82232.
7. Федосеев С.В. Однореакторный метод синтеза 2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,4-дикарбонитрилов / Федосеев С.В., Липин К.В., Ершов О.В., Беликов М.Ю., Яцько А.С., Насакин О.Е. // Журнал органической химии, 2015. №8. С. 1210-1212.

## ВЫДЕЛЕНИЕ АНИЛИНА ИЗ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ ГАЗОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ НИТРОБЕНЗОЛА

Лукин П.М., Савельев Н.И., Шуряшкина М.Д., Савельев А.Н.

*Чувашское региональное отделение РХО им. Д.И. Менделеева  
428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[lukin1954@gmail.com](mailto:lukin1954@gmail.com); [five40@ya.ru](mailto:five40@ya.ru)*

Ключевые слова: анилин, парциальная конденсация, осушка, десорбция

60 лет тому назад в СССР на Березниковском анилино-красочном заводе был пущен первый цех производства анилина новым методом мощностью 18 тыс.т/год [1]. Для обеспечения полной конверсии нитробензола и ограничения температуры в слое катализатора водород подают в многократном избытке от необходимого количества по стехиометрии, поэтому парогазовая смесь на выходе из реакционного узла на 1 моль целевого анилина содержит 2 моля паров реакционной воды и 8 - 10 моль избыточного водорода. Смесь охлаждают, конденсируют анилин и воду, отделяют избыточный водород, конденсат разделяют на анилиновую воду и анилин-сырец, а затем из анилина-сырца методом ректификации выделяют товарный анилин [2, 3].

Ректификация является энергоёмким процессом, поскольку температура кипения анилина при атмосферном давлении составляет 184,5°C. Энергоемкость процесса выделения осушенного анилина из анилина-сырца предложено снизить путем утилизации тепловой энергии парогазовой смеси продуктов каталитического гидрирования нитробензола [4]. В данной работе с использованием ChemCAD [5] исследован процесс парциальной конденсации анилина и последующей его осушки путем десорбции влаги потоком водорода. Показано, что десорбция при противоточном движении фаз позволяет получить осушенный анилин с содержанием влаги в нем менее 0,1%.

1. Полотнюк О-В.Я. К истории пуска первого производства анилина парофазным контактным восстановлением нитробензола водородом // Катализ в промышленности. 2013. № 4. С. 77-80.

2. Николаев Ю.Т., Якубсон А. М. Анилин. М.: Химия, 1984. - 152 с.,

3. Мешков А.А., Советин Ф. С., Гартман Т.Н. и др. Разработка компьютерной модели технологического узла получения анилина из нитробензола с применением комплекса ChemCAD. //Химическая техника. 2014. №7. С.11-13.

4. Патент РФ №2612799 Способ выделения осушенного анилина из продукта газофазного каталитического гидрирования нитробензола. Опубл. 13.03.2017.

5. Савельев Н.И. Балансовые расчеты химико-технологических процессов.- Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2014.-136 с.



## ПОЛУЧЕНИЕ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА ДЛЯ ГАЗОБЛОКОВ

**Мазманян С.В.<sup>а</sup>, Папян Г.Б.<sup>а</sup>, Гарибян Г.Р.<sup>б</sup>, Исраелян В.Р.<sup>в</sup>**

- а) ООО «KR Construction, Армения, г. Ереван, 0012, пр. Комитаса, дом 14, [smbat.chemistry@mail.ru](mailto:smbat.chemistry@mail.ru)
- б) ГНКО «Национальное бюро экспертиз» НАН Республики Армения г. Ереван 0004, ул. Адмирала Исакова 24
- в) «Институт Общей и Неорганической Химии» НАН Республики Армения г. Ереван 0051, ул. Аргутяна 10,2 переулок

Массовое производство автоклавного газобетона (АГБ) в СССР началось в конце 50-х годов прошлого столетия, когда были построены 10 заводов на польском оборудовании с совокупной мощностью более 1,5 млн м<sup>3</sup>/год [1]. Из-за несовершенства резательного оборудования первые заводы были ориентированы на выпуск, главным образом, крупноразмерных армированных изделий плотностью 800–1000 кг/м<sup>3</sup>. Позже, с появлением первых отечественных линий (Универсал, Силбетблок и др.) и развитием резательной технологии к армированным изделиям добавились мелкие блоки. К 1984 году в СССР насчитывалось 99 предприятий с суммарной годовой производительностью около 5,9 млн м<sup>3</sup> изделий, выпускающих ячеистый бетон с плотностью 600–700 кг/м<sup>3</sup> [2].

В мае 2017-ого года в городе Ереване впервые в Армении была запущена первая линия по производству АГБ.

В данной работе представлены результаты исследования механоактивированного цемента ЗАО “Араратцемент”. Этот цемент был получен нами и представлен руководству ООО “KR Construction”.

Для сравнения выбран контрольный цемент М400 Д20 ЗАО “Араратцемент”.

Основные физико-механические свойства ячеистого бетона с использованием механоактивированного цемента представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные физико-механические свойства АГБ с использованием механоактивированного цемента

Тип цемента	Физико-механические свойства		
	Марка плотност и	Класс прочности	Марка по морозостойкости
Контрольный	D 500	B 2,5	Не менее F 15
С механоактивированным	D 500	B 3,5	Не менее F 25



Контрольный	D 600	B 3,5	Не менее F 15
С механоактивированным	D 600	B 5	Не менее F 25

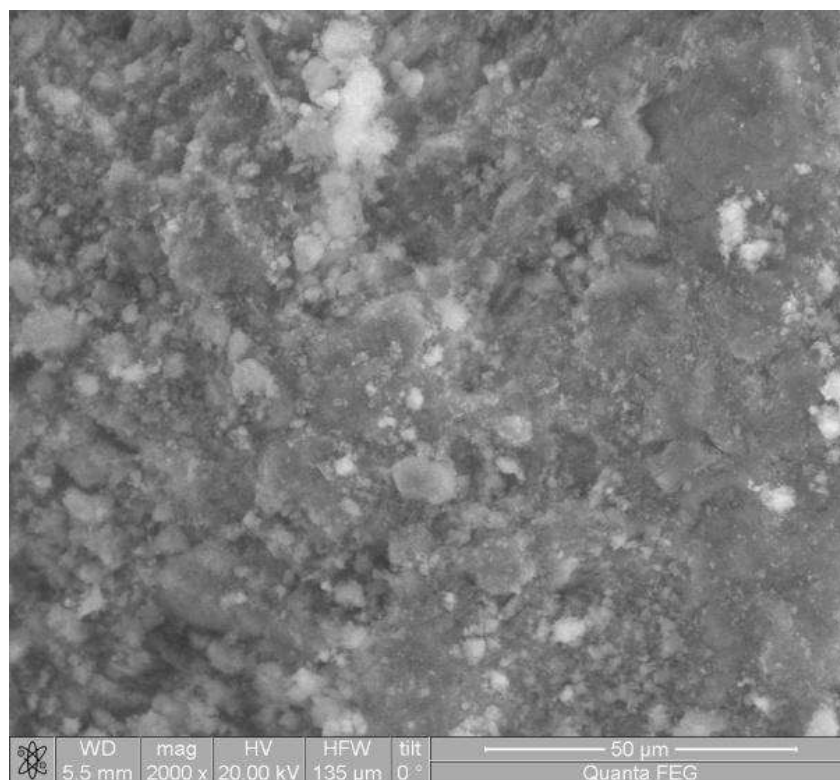


Рис. 1. Микроструктура ячеистого автоклавного бетона марки по средней плотности D 600 с увеличением 2000×

Из полученных результатов сделаны следующие заключения:

Экспериментально установлено:

- эффективность применения механоактивированных цементов в технологии АГБ;
- улучшение физико-механических свойств ячеистого бетона является следствием изменения механизма гидратации, что приводит к образованию дополнительного количества низкоосновных гидросиликатов кальция.

*Выражаем благодарность руководству ООО “KR Construction”, в частности г-ну Р. Караханяну, за предоставленную возможность опробовать нашу разработку в процессе производства АГБ.*

1. Соколовский Л.В. Энергосбережение в строительстве. Минск: Стринко, 2000. 46 с.

2. Мурог В.Ю., Вайтехович П.Е., Костюнин Ю.М. Влияние использования активированного цемента на прочностные характеристики бетонных изделий // Труды БГТУ. Сер. Химии и технологии неорган. в-в. 2002. Вып. X. С. 233–237.

## РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА МАРКИ D400, D500 И D600

Мазманян С.В.<sup>а</sup>, Саргсян А.А.<sup>б</sup>, Папян Г.Б.<sup>а</sup>,  
Гарибян Г.Р.<sup>в</sup>, Израелян В.Р.<sup>г</sup>

а) ООО «KR Construction»,  
Армения, г. Ереван, 0012, пр. Комитаса, дом 14,  
[smbat.chemistry@mail.ru](mailto:smbat.chemistry@mail.ru)

б) ГНКО «Национальное бюро экспертиз» НАН Республики Армения,  
г. Ереван 0004, ул. Адмирала Исакова, 24

в) «Институт Общей и Неорганической Химии» НАН Республики  
Армения, г. Ереван 0051, ул. Аргутяна 10,2 переулок

Для проверки вышеприведенных теоретических расчетов, идентификации и фазового анализа были отобраны пробы от газобетонных блоков автоклавного твердения марки по средней плотности D 600.

Газобетонные блоки изготовлены из следующих сырьевых материалов:

- известь молотая;
- порландцементы типа ЦЕМ I 42,5 ЗАО «Араратцемент»;
- перлит Арагацкий;
- алюминиевая пудра ПАП-2.

Идентификация пиков РФА, эндо- и экзотермических эффектов на кривых ДТА производилась с использованием справочных данных, приведенных в [1].

Все исследованные образцы содержат тоберморит 11,3 Å (пик 11,4 Å). Этот довольно интенсивный пик имеет ступенчатый характер, отличается повышенным отношением ширины к высоте, что свидетельствует о плохой закристаллизованности и неоднородном составе тоберморита. По мере увеличения средней плотности образцов (от 400 до 600 кг/м<sup>3</sup>), изготовленных с применением Себряковского цемента, интенсивность пика 11,4 Å снижается от 469 до 323 единиц.

У образцов марки по средней плотности D 500, изготовленных с добавлением цемента Щуровского завода, интенсивность этого пика равна 293 против 341 у газобетона с той же маркой по средней плотности, изготовленного с добавлением Себряковского цемента.

Пики 3,08 Å на рентгенограммах всех образцов является основным диагностическим признаком ксонотлита (3,07 Å). По высоте этот пик в

1,5 – 2 раза выше пика 11,4 Å, что говорит в пользу того, что ксонотлит является преобладающей гидратной фазой в системе.

Содержание ксонотлита в образцах так же, как и тоберморита снижается с ростом их средней плотности в пределах D 400 – D 600 от 824 до 613 единиц. Такая закономерность изменения содержания гидросиликатной связки в газобетонах объясняется тем, что с уменьшением плотности в образцах возрастает содержание извести, и улучшаются условия протекания гетерогенных реакций взаимодействия  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , которые находятся под диффузионным контролем, благодаря увеличенной пористости.

О наличии ксонотлита в системе говорит и наличие довольно интенсивного пика 2,8 Å. Таким образом, преобладающим гидросиликатом кальция в исследованных нами материалах является ксонотлит.

Сдвоенный пик при 1,82 – 1,86 Å с интенсивностью 240 – 250 единиц принадлежит тобермориту 11,3 (1,83 Å).

Слабый широкий пик 5,47 – 5,5 Å принадлежит гидрогранатам, гидроалюминатным соединениям, к числу которых относится моносulfатная форма гидросulfоалюмината кальция  $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{H}_{12}$ .

Судя по небольшой интенсивности пика 5,5 Å, этих соединений в образцах мало. Содержание указанных фаз в образцах, изготовленных с цементом ЗАО «Аралцемент» уменьшается по мере роста средней плотности газобетона.

У кривой РФА газобетона D 500 с добавкой Себряковского цемента этот пик максимален по высоте и имеет ступенчатую форму. Возможно, у этого образца есть как тот, так и другой минералы, а в большинстве других этот пик принадлежит кварцу.

На всех рентгенограммах самым интенсивным и острым является пик кварца 3,37 Å. Четкой зависимости между его высотой и маркой газобетона по плотности нет.

И наконец, слабые пики 2,20 – 2,30 Å принадлежат гидрогранатам типа  $\text{C}_3\text{ASH}_4$  –  $\text{C}_3\text{AS}_2\text{H}_2$ . К сожалению, они совпадают с аналогичными пиками кварца, поэтому РФА не дает однозначной информации о наличии в системе этих соединений. Слабость этих пиков не позволяет установить зависимость их высоты от средней плотности газобетона.

1. Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ / В.С. Горшков, В.В. Тимашов, В.Г. Савельев // М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕЛЛЕТ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

**Макаренков Д.А., Назаров В.И., Мавлюдова Я.А., Панин В.В.,  
Баринский Е.А.**

*НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА, 107076 Москва, Богородский  
Вал, 3. Россия, [nazarov\\_vi41@mail.ru](mailto:nazarov_vi41@mail.ru), [makarencovd@gmail.com](mailto:makarencovd@gmail.com)  
ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»  
107023 Москва, ул. Б. Семёновская, 38. Россия, [zlata\\_yana88@mail.ru](mailto:zlata_yana88@mail.ru)  
ООО РостАгроКомплекс 141255, Московская область, пушкинский  
район, шоссе Братовщина-Ельдигино, 6 км.*

Ключевые слова: гранулирование, топливные гранулы, теплотворная способность, плотность, прочность, роторный гранулятор, пеллеты.

В мировой практике наряду с природными топливами (уголь, торф, дрова, газ) широкое распространение получили топливные гранулы (ТГ) на основе вторичных материальных ресурсов (ВМР). Обычно они используются в котельных агрегатах как фермерского, так и городского хозяйства. Улучшение их теплофизических свойств достигается за счёт ввода в состав гранул компонентов с повышенной теплотворной способностью. К таким компонентам относятся технический углерод (пирокарбон), получаемый при пиролизе автомобильных покрышек и растительные отходы, такие как пивная дробина, лузга подсолнечника, торф, измельченные листья. Использование пирокарбона вследствие многотонажности отхода покрышек, решает также экологическую и экономическую задачи.

В Европе давно и успешно применяют этот вид топлива благодаря экологичности (отходы деревообработки и растениеводства) и возможности автоматизировать процесс отопления. Гранулы обладают необходимой сыпучестью, не слеживаются, что позволяет хранить их в резервуарах и автоматизированно подавать в котел. Диаметр пеллет для бытовых котлов (6–8) мм, в промышленных котлах используются крупные гранулы диаметром до 10 мм.

Из используемых пеллет можно выделить 3 типа:

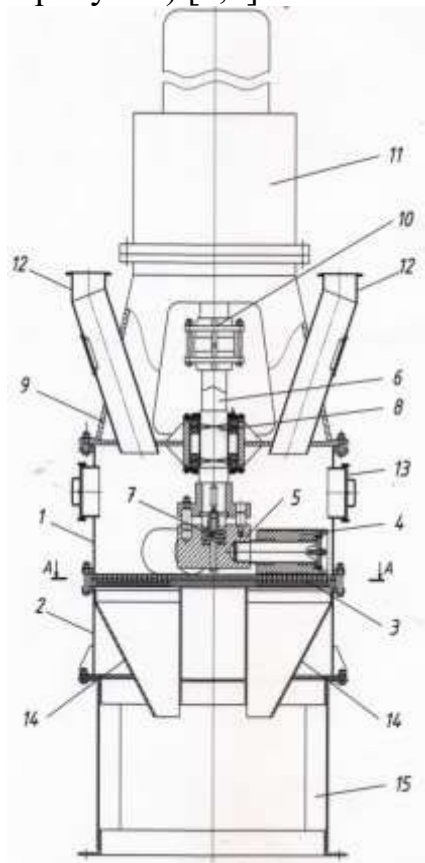
Индустриальные – имеют серо-коричневый цвет, зольность выше 0,7%. В гранулах этого типа используется древесина без удаления коры, что приводит к повышенному проценту зольности. Применение индустриальных пеллет в бытовом котле может привести к его поломке, поскольку не все горелки могут работать с топливом большой зольности.

Агропеллеты получают из отходов сельскохозяйственных культур. Стоимость таких пеллет более низкая, но недостатком считается

большое количество образующейся золы. В результате эксплуатации происходит процесс зашлаковывания котлов. Использование агропеллет требует регулярной очистки котлов от шлака. Поэтому их чаще используют на больших тепловых станциях. Недостатком таких пеллет является их небольшая прочность, что приводит при транспортировке к их частичному разрушению с образованием пыли.

Белые пеллеты относятся к топливу высшего сорта. Они отличаются светло-желтым, чуть серым или абсолютно белым цветом. Главным преимуществом является низкая зольность, около 0,5%. Использование белых пеллет требует чистки котла раз в два месяца. Благодаря этому оборудование не изнашивается, а количество убранный из них золы очень мало. Стоимость таких пеллет дороже, но они позволяют сохранить котел в рабочем состоянии на длительный срок.

Ниже приведена конструкция прессового гранулятора, разработанного в МПУ (см. рисунок) [1,2].



**Рис. Конструкция прессового гранулятора с плоской матрицей**

1. Макаренков Д.А., Назаров В.И., Мавлюдова Я.А. Особенности процесса гранулирования топливных композиций методом прокатки на роторных грануляторах. Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки, 2015, №1, с. 42-49.

2. Макаренков Д.А. Технологии утилизации растительных и пищевых отходов методом гранулирования/Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, Я.А. Трефилова, М.А. Бичев// Экология и промышленность в России. – 2014. – Март – С. 26 – 32

## ПРИМЕНЕНИЕ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ НРК

**Макаренков Д.А., Назаров В.И., Шелаков М.Н., Попов А.П.**

НИЦ «Курчатowski институт» - ИРЕА, 107076 Москва, Богородский  
Вал, 3. Россия, [nazarov\\_vi41@mail.ru](mailto:nazarov_vi41@mail.ru), [makarencovd@gmail.com](mailto:makarencovd@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

107023 Москва, ул. Б. Семёновская, 38. Россия,

[Schreib@yandex.ru](mailto:Schreib@yandex.ru),

Ключевые слова: хелаты, микроэлементы, комплексоны, почвы, гранулы, НРК-удобрения, гранулятор

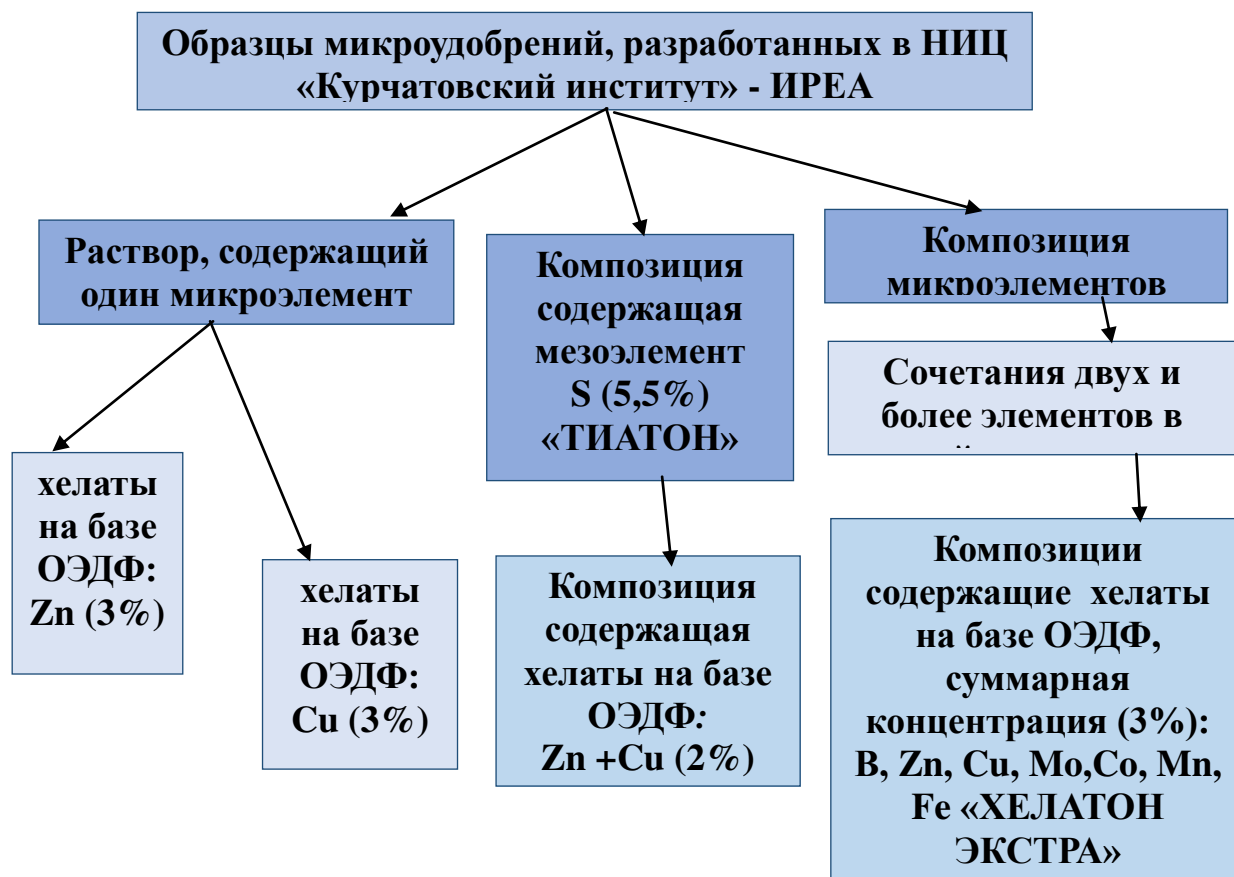
В сельском хозяйстве эксплуатация почв приводит к выносу питательных веществ и к изменению их структуры. Качество почв улучшают путём использования минеральных удобрений (комплексные, смешанные и др.). К ним относятся гранулированные НРК-удобрения, получаемые методом окатывания из готовых компонентов на основе сульфата аммония, хлорида калия и фосфоритной муки [1,2]. Схема получения содержит участки: 1. измельчения и помола готовых компонентов до заданной дисперсности; 2. смешения; 3. гранулирования, куда входят скоростной предгранулятор и тарельчатый гранулятор; 4. участок сушки готовых гранул; 5. классификации и упаковки.

Скоростной предгранулятор (горизонтальный аппарат с лопатками) обеспечивает получение мелких гранул (внутренний ретур), а на тарельчатом грануляторе проводится доокатывание до размеров целевого продукта. Качество этих удобрений можно повысить, вводя в состав микроэлементы в хелатированной форме. В качестве хелатирующего элемента используются комплексоны в виде ЭДТА или ОЭДФ (этилендиаминтетрауксусная и оксиэтилендифосфоновая кислота соответственно).

Процесс образования комплексных солей микроэлементов происходит в результате ионного обмена катионов неорганических солей микроэлементов в водном растворе и их связывания с органическими лигандами вышеприведенных комплексонов. Более предпочтительными являются хелаты на основе ОЭДФ, обеспечивающие сочетание от 2 до 5 микроэлементов в одной композиции.

В НИЦ «Курчатowski институт» - ИРЕА (далее ИРЕА) разработана технология получения хелатированных микроудобрений в виде растворов, содержащих один микроэлемент или композицию микроэлементов. Хелаты на базе ОЭДФ могут содержать по одному

компоненту таких как Zn, Cu, Mo, Co, Mn, Fe. Хелаты на базе ЭДТА содержат Zn, Cu, Co, Mn, Fe. Композиция хелатов может содержать два мезоэлемента (S, Mg) или сочетание больше трех элементов. Образцы разработанных в ИРЕА микроудобрений представлены на рисунке.



**Рис. Классификация хелатированных микроудобрений на базе ОЭДФ**

Кроме того, в зависимости от типа почв можно вводить гуминовые препараты, обладающие регулирующими свойствами. Гуматы обладают такими свойствами, как хорошая растворимость в воде и их адсорбируемость на поверхности листьев и в почве. Данные Христовой Л.А. показали их хорошую совместимость с различными агрохимикатами и пестицидами, что обеспечивает повышение урожая и качество продукции. В ИРЕА была разработана лабораторная установка, обеспечивающая двухстадийный процесс гранулирования окатыванием с вводом препаратов на основе хелатов и гуминов.

1. Технология фосфорных и комплексных удобрений/Под ред. С.Д. Эвенчика и А.А. Бродского. М.: Химия, 1987, 464 с. 2. В.А. Скоробогатов. Минеральные удобрения. Перегрузка на портовых терминалах. Справочное пособие. Таллин: AS UNISELU, 2003, 530 с.



## ЦЕРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

**Маленкова А.А., Желудкова Е.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С.,  
Ваграмян Т.А.**

*ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева, 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, 9;  
[anmalenkova1@gmail.com](mailto:anmalenkova1@gmail.com)*

Ключевые слова: защита от коррозии, конверсионные покрытия, церийсодержащие покрытия, бесхроматная пассивация алюминия

Широкое применение хромирования в промышленности обусловлено простотой процесса, эффективной противокоррозионной защитой, хорошими адгезионными свойствами и разнообразием цветовой палитры. Однако доказано, что соединения Cr (VI) весьма токсичны и являются канцерогенами, что представляет собой значительную угрозу как для окружающей среды, так и для здоровья человека. В последние годы в качестве альтернативы хроматным слоям на алюминии и его сплавах в мировой практике все чаще используются наноразмерные конверсионные церий-, цирконий-, титан-, молибденсодержащие покрытия. Опубликованных в литературе отечественных разработок в области осаждения защитных адгезионных церийсодержащих покрытий не существует. В связи с изложенным, настоящая работа посвящена разработке технологии нанесения церийсодержащих покрытий на алюминий и его сплавы [1].

Разработан раствор для пассивации алюминия, содержащий нитрат церия шестиводный  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , перекись водорода, в качестве окислителя, и таннин. Введение других неорганических и органических добавок не способствовало повышению защитной способности покрытий [2].

Установлено, что покрытия с наибольшей защитной способностью (ЗСА) формируются из раствора, содержащего 4-8 г/л нитрата церия, 30-50 мл/л перекиси водорода и 0,5-1,5 г/л таннина. Определены рабочие параметры процесса: температура раствора 20-35 °С, рН 2,0 – 3,0 единиц. Таким образом, на алюминиевых поверхностях формируются однородные сплошные покрытия с ЗСА до 135 с.

Выявлено, что термообработка при 180-230 °С в течении 15-20 минут значительно улучшает ЗСА церийсодержащего покрытия до 190 с. Оптимальное время процесса определялось по 2 параметрам: защитная способность (время до появления очагов коррозии) и толщина покрытия.



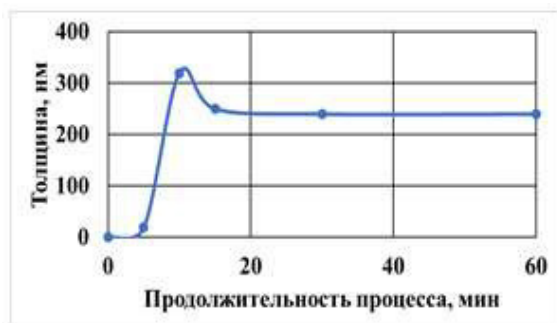


Рис. 1 Зависимость толщины покрытия от продолжительности процесса

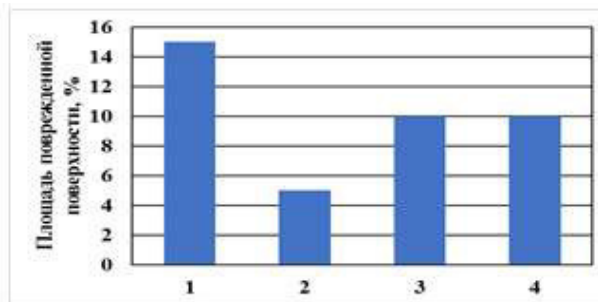


Рис. 2 Площадь поражения после 92 часов коррозионных испытаний. Продолжительность процесса: 1 – 5 мин; 2 – 15 мин; 3 – 30 мин; 4 – 60 мин

Наибольшей толщиной (280 – 330 нм) и наименьшей площадью поражения поверхности после коррозионных испытаний обладают покрытия, сформировавшиеся за 10 – 15 минут процесса.

Коррозионные испытания в камере соляного тумана показали, что защитная способность самостоятельных церийсодержащих покрытий 150 ч, в то время как алюминиевые поверхности выдерживают 24 ч.

Таким образом, разработка технологии бесхроматной церийсодержащей пассивации является актуальной задачей, а тот факт, что в 2018 году в Российской Федерации вступил запрет на применения  $\text{Cr}^{6+}$  в изделиях электротехники и радиоэлектроники, делает замену растворов хроматирования еще более актуальной.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта 016-2018.*

[1] М.В.Лушина, С.Г.Паршин. Инновационные технологии антикоррозионной защиты изделий из алюминиевых сплавов // Морской вестник. – 2011. – Т.37. - №1. – С.113-115.

[2] Желудкова Е.А., Маленкова А.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Пассивация алюминиевых поверхностей в церийсодержащих растворах // сб. материалов VI всерос. конф. с междунар. участием (к 50-летию Чуваш. гос. ун-та им. И.Н. Ульянова «Современные проблемы химической науки и фармации» (23-24 ноября 2017 г.) / Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова – Чебоксары, 2017, С.133-134.

# СИНТЕЗ 2,2-ДИХЛОРЦИКЛОПРОПИЛМЕТИЛ-4-(2,5-ДИГИДРО-2,5-ДИОКСО-1Н-ПИРРОЛ-1-ИЛ)БЕНЗОАТА

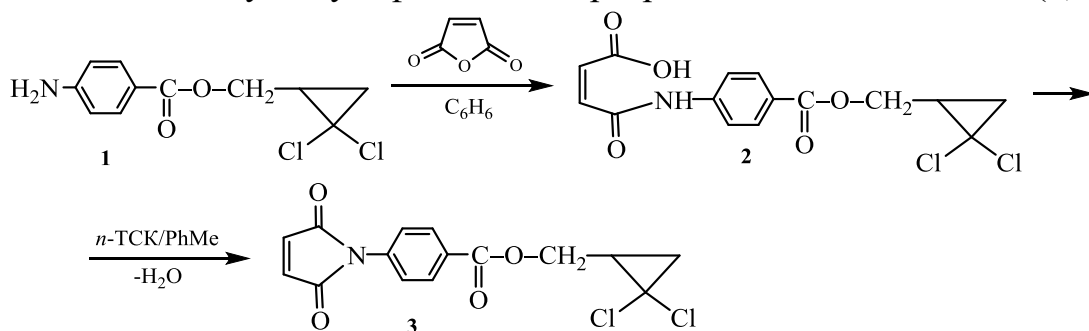
**Митрасов Ю.Н., Авруйская А.А., Колямшин О.А., Ильина О.Ю.**

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38; [mitrasov\\_un@mail.ru](mailto:mitrasov_un@mail.ru)

Ключевые слова: *p*-аминобензойная кислота, 2-бромметил-1,1-дихлорциклопропан, малеиновый ангидрид.

Известно, что аминокислоты (АБК) имеют большое биологическое значение [1]. Перспективными представляются исследования, направленные на разработку методов синтеза производных АБК, содержащих малеинимидный и циклопропильный фрагменты, которые являются активными биогенными группами [2, 3]. В связи с этим с целью работы явилась разработка метода синтеза 2,2-дихлорциклопропилметил-4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1*H*-пиррол-1-ил)бензоата (**3**).

В качестве исходного соединения был использован (2,2-дихлорциклопропил)метил-4-аминобензоат (**1**), который был получен взаимодействием 2-бромметил-1,1-дихлорциклопропана с калий *p*-аминобензо-атом. Нами установлено, что эфир (**1**) реагирует с малеиновым ангидридом с образованием малеамида (**2**), который при действии *n*-толуол-сульфонокислоты превращается в малеинимид (**3**):



Строение всех синтезированных соединений подтверждали данными ИК и ЯМР <sup>1</sup>H спектроскопии.

1. Общая органическая химия. Под ред. Д. Бартона, У.Д. Оллиса. Т. 4. – М.: Химия, 1983. – С. 257.

2. Митрасов Ю.Н., Колямшин О.А., Данилов В.А. Малейнимиды: синтез, свойства и полимеры на их основе. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т им. И.Я. Яковлева, 2017. – 286 с.

3. Янковская Л.А., Домбровский В.А., Хусид А.Х. Циклопропаны с функциональными группами. Синтез и применение. – М.: Наука, 1980. – 223 с.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ХЛОРБЕНЗОЛА

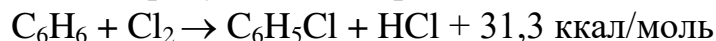
**Эндюськин В.П., Ефимов Ю.Т.\*,  
Константинова Т.Г., Мухортова Л.И.**

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
mlimait@rambler.ru*

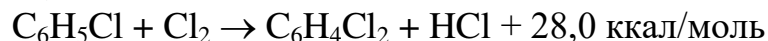
*\* ПАО «Химпром», 429952, Россия, г. Новочебоксарск, ул.  
Промышленная, 101*

Ключевые слова: хлорбензол, полихлорбензолы, переиспарение

Процесс получения хлорбензола основан на реакции жидкофазного хлорирования бензола в присутствии хлорного железа [1]:



Образовавшийся хлорбензол может реагировать с хлором с образованием орто-, мета- и пара-дихлорбензола (далее полихлорбензолы):



Хлорбензол-сырец со стадии синтеза, содержащий непрореагировавший бензол, хлорбензол и полихлорбензолы, последовательно очищают в двух ректификационных колоннах [2]. В первой колонне отделяют непрореагировавший бензол и возвращают его в производство, а во второй – отгоняют хлорбензол от высококипящих примесей. Однако наличие в составе хлорбензола-сырца полихлорбензолов затрудняет работу ректификационных колонн.

Была предложена стадия переиспарения хлорбензола-сырца, которая осуществляется в теплообменнике объемного типа, снабженным змеевиком, в который подается пар. Переиспарение реакционной массы в испарителе проводится при температуре не более 110 °С. Пары бензола и хлорбензола из испарителя направляются на разделение в ректификационную колонну, а смолистый остаток, содержащий смесь полихлорбензолов, органосилоксанов и отработанного катализатора, направляется на утилизацию.

1. Субочева М.Ю. Химическая технология органических веществ / М. Ю. Субочева и др.]; Тамбов: ТГТУ, 2012.. (электронный ресурс «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»). Сайт: <http://window.edu.ru>

2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 2002. – 400 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Назаров В.И., Макаренков Д.А., Краморова С.Н.,  
Грималаяк А.В., Баринский Е.А.**

*НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА, 107076 Москва,  
Богородский Вал, 3. Россия, [nazarov\\_vi41@mail.ru](mailto:nazarov_vi41@mail.ru),  
[makarenkovd@gmail.com](mailto:makarenkovd@gmail.com)*

*ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»  
107023 Москва, ул. Б. Семёновская, 38. Россия, [kramorovasn@mail.ru](mailto:kramorovasn@mail.ru)*

*ООО РостАгроКомплекс 141255, Московская область, пушкинский  
район, шоссе Братовщина-Ельдигино, 6 км.*

Ключевые слова: органо-минеральные удобрения, микроэлементы, гумус  
гранулирование окатыванием, гранулометрический состав, прочность гранул.

Одной из наиболее быстро растущих отраслей промышленности в настоящее время является сельское хозяйство. В результате интенсивного использования почвы происходит её истощение. Качество почв улучшают внесением удобрений. В РФ выпускаются такие МУ как: азотные, фосфорные, калийные, комбинированные и органо-минеральные (ОМУ). В настоящее время разрабатываются новые рецептуры с модифицированной структурой. Для этого вводят микроэлементы: бор, марганец, молибден, медь, цинк, кобальт, железо. Эффективность МУ повышают путём ввода микроэлементов в виде наночастиц, а также в хелатной форме.

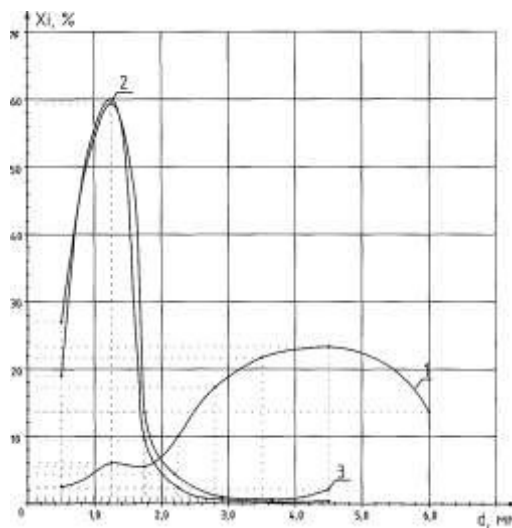
Разнообразие почвенного покрова по генезису, механическому и химическому составу, свойствам и разнообразная реакция растений на удобрения требует адаптации удобрений под конкретного потребителя. В ОМУ в качестве добавки к исходному сырью вводят гумусовую составляющую (торф, сапрпель, осадки сточных вод), золы и шламы от производства сернокислого магния. Осадки сточных вод (активный ил) подвергают сбраживанию в метантенках, что повышает их экологическую безопасность.

В работе было проведено комплексное исследование процесса гранулирования методом скоростного окатывания модельных смесей (см. таблицу).

**Таблица Состав модельных смесей**

№	Компонент смеси, % масс.	Номер смеси						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Сброженный осадок сточных вод	70,6	38,5	36,5	41,7	43,6	30,8	23,5
2	Сульфат калия $K_2SO_4$	-	7,7	7,3	12,5	12,8	11,5	7,9
3	Мел	-	7,7	10,9	12,5	12,8	15,5	19,7
4	Зола древесная	-	7,7	7,3	12,5	1,5	11,5	19,7
5	Аммиачная селитра	-	7,7	3,7	-	-	-	-
6	Торф	-	7,7	7,3	4,2	6,2	7,7	7,9
7	Водный раствор ПВА	29,4	23,1	27,0	16,7	23,1	-	-
8	Лигносульфанат	-	-	-	-	-	23,1	21,3
9	Общая влажность	30,0	24,3	28,2	17,7	24,3	24,5	22,7
10	Частота вращения вала, об/мин	410-1000	410-1000	410-1000	410-1000	410-1000	410-1000	410-1000

Были получены гранулы на скоростном турболопастном грануляторе горизонтального типа [1]. Частота вращения вала регулируется в пределах (150-1500) об/мин. В процессе исследования были получены гранулы с диаметром от 0,5 до 6 мм. Гранулометрический состав некоторых смесей приведён на рисунке.



**Рис. Зависимость изменения грансостава ОМУ от типа среды и исходной влажности: 1 – смесь №1 ( $W_{исх}=30\%$ ); 2 – смесь №2 ( $W_{исх}=24,3\%$ ); 3 - смесь №3 ( $W_{исх} = 28,2\%$ )**

Измерение прочности гранул на сжатие проводили на приборе ИПГ. Установлено, что прочность гранул в зависимости от диаметра уменьшается по экспоненте в диапазоне от 17 до 2 Мпа. Были определены оптимальные составы ОМУ.

1. Макаренко Д.А. Энергосберегающие процессы гранулирования многокомпонентных полидисперсных материалов с регулируемыми характеристиками/автореф. дисс. докт. техн. наук. М.: 2015, 32 с.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

**Никитин А.Д., Лаптев В.А., Скурихин В.М., Рыжков А.Ф.**

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина»,  
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19;  
[nikitin.a.d@yandex.ru](mailto:nikitin.a.d@yandex.ru)*

Ключевые слова: активированный уголь, паровая активация, слоевой реактор

Благодаря большой площади поверхности активированный уголь (АУ) широко применяется в качестве сорбента для очистки газов и жидкостей. Согласно [1], наиболее значительными направлениями промышленного применения АУ являются: улавливание соединений тяжелых металлов, очистка растворов от красителей, поглощение летучих органических соединений, наполнение резервуаров для хранения газов, изготовление электродов суперконденсаторов. В последние годы началось масштабное применение АУ для очистки дымовых газов тепловых станций от ртути [2].

Основным способом промышленного производства АУ является обработка подготовленного углеродосодержащего сырья паром при температуре 800–1000°С во вращающихся барабанных печах [3]. В ходе подготовки сырья карбонизируют, измельчают и рассеивают с выделением фракций, требуемых для получения конкретных марок АУ.

Предлагаются перспективные технологии получения АУ в топках котлов тепловых электростанций, заключающиеся в паровой конверсии слоя угля за счет теплоты факела от сжигания основного топлива [4, 5]. Выделяющийся горючий газ сжигается в той же топке для получения дополнительной тепловой энергии. Однако процесс получения АУ с различными сорбционными свойствами при активации в слое на движущейся решетке в топке котла детально не изучен. Целью данной работы является определение зависимости сорбционных свойств АУ от условий активации в плотном слое.

В качестве исходного материала для активации использовался древесный уголь, полученный при пиролизе березовых чурок в реторте с внешним нагревом в течение 2 ч при средней температуре 550°С. Размер кусков угля лежал в диапазоне от 5 до 30 мм.

Процесс паровой активации осуществлялся в лабораторном реакторе, моделирующем элемент слоя. Реактор представляет собой вертикальную кварцевую трубку внутренним диаметром 60 мм и

высотой 600 мм, нагреваемую с помощью нихромовой проволоки до заданной температуры в диапазоне до 1000°C. В нижнюю часть трубки подается водяной пар, перегретый до 650–750°C. Активируемый уголь загружается сверху и образует на решетке слой высотой около 400 мм. После выдержки в течение заданного времени, уголь выгружается в емкость с водой, затем высушивается и взвешивается для определения убыли массы в ходе активации (обгара).

Проведены эксперименты по паровой активации исходного угля в течение 20, 30, 45, 60, 90 мин при двух значениях температур: 800 и 900°C. По методикам, установленным ГОСТ [6–8], для полученных образцов АУ определялись объем пор по воде и адсорбционная активность по йоду, метиленовому синему и мелассе.

Проведенные анализы показали соответствие отдельных полученных АУ маркам БАУ-А, БАУ-Ац, БАУ-МФ по ГОСТ 6217-74 и ОУ-А, ОУ-В, ОУ-Г по ГОСТ 4453-74. Выявлено соответствие условий активации различным маркам АУ. Показано, что производство осветляющих АУ с высокой активностью по метиленовому синему и мелассе необходимо осуществлять при температуре 900°C с обгаром более 60%.

При паровой активации в течение 20 минут при температуре 900°C получен уголь с активностью по йоду 97%, что превосходит требования для всех марок дробленых АУ по ГОСТ 6217-74. При активации без подачи пара в течение 5 минут при температуре 800°C получен уголь с активностью по йоду 50%, что показывает возможность простого и высокопроизводительного получения дробленого АУ в топке котла за счет кратковременного высокотемпературного пиролиза в слое на механической решетке.

1. Gonzalez-Garcia P., *Renew Sustian Energy Rev*, 2018, 82, 1393–1414.
2. De M. et al., *Fuel*, 2013, 103, 570–578.
3. Кинле Х., Бадер. Э., *Активные угли и их промышленное применение*, Химия, 1984.
4. O'Dowd W.J. et al., *Fuel Processing Technology*, 2006, 87, 1071–1084.
5. Осинцев К.В. и др., *Промышленная энергетика*, 2012, 7, 28–31.
6. ГОСТ 17219-71 Угли активные. Метод определения суммарного объема пор по воде.
7. ГОСТ 6217-74 Уголь активный древесный дробленый.
8. ГОСТ 4453-74 Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2-АМИНО-4-АЦИЛ(АРОИЛ)-6-ХЛОРПИРИДИН-3,5-ДИКАРБОНИТРИЛОВ С АММИАКОМ

Никифорова А.Л.<sup>1</sup>, Каюков Я.С.<sup>1</sup>, Каюкова О.В.<sup>2</sup>

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

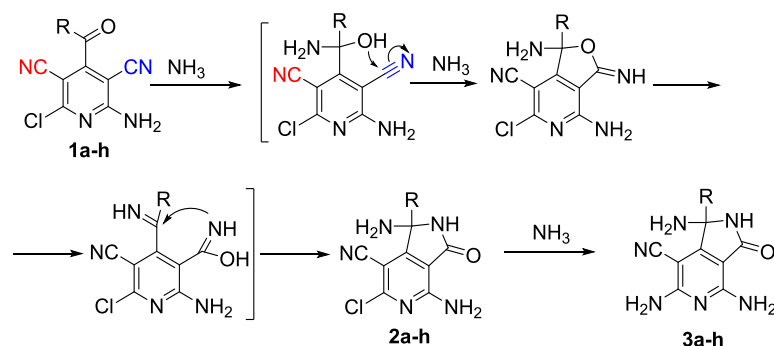
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Чувакская государственная сельскохозяйственная академия», 428000, Россия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29;

[mknasty95@mail.ru](mailto:mknasty95@mail.ru)

Ключевые слова: пиридины, пирроло[3,4-с]пиридины, аннелирование, иминолактон-лактаманная перегруппировка.

Пирроло[3,4-с]пиридины представляют интерес в качестве платформы для синтеза соединений, обладающих биологической активностью. Удобными исходными веществами для синтеза пирроло[3,4-с]пиридинов являются *орто*-оксонитрилы пиридинового ряда **1**. В настоящей работе представлены результаты изучения взаимодействия пиридинов **1** с аммиаком.

При взаимодействии пиридинов **1** с аммиаком и не долгом нагревании, происходит присоединение аммиака к карбонильной группе, замыкание фуранового цикла и последующая иминолактон-лактаманная перегруппировка с образованием соединения **2**. Наличие в соединении **1** двух нитрильных групп предполагает, что реакция может пойти в двух направлениях, но по данным ТСХ и ЯМР реакция протекает региоселективно с образованием только одного из возможных изомеров. Было замечено, что при продолжительном кипячении в растворе аммиака в водном 1,4-диоксане протекает ароматическое нуклеофильное замещение галогена на аминогруппу с образованием соединений **3**.



Структура всех синтезированных соединений была подтверждена спектральными характеристиками (ИК, <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C ЯМР). Строение соединений **2h** и **3a** доказано методом РСА.



## ПОЛУЧЕНИЕ ЛАКА ИЗ ОТХОДА АНИЛИНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Никифорова И.Ю., Иванов С.А., Сазанова А.А., Васильева С.Ю.,  
Насакин О.Е.**

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени  
И.Н.Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[inessa\\_nikiforova@mail.ru](mailto:inessa_nikiforova@mail.ru)*

Ключевые слова: лак, смола, кубовые отходы, производство анилина

Особое место занимают синтетические смолы и пластмассы на основе фурфурола и аминов. Эти смолы хорошо совмещаются с фенолформальдегидными, эпоксидными смолами и были рекомендованы для модификации последних с целью повышения их термостойкости [1].

Фурановые смолы и их модификации используют в качестве отверждающихся связующих полимербетонов, а также как клеи, лаки, пропиточные составы и т.п.

В данной работе для получения смолы из фурфурола и аминов мы использовали отходы производства анилина «кубовые анилина», которые образуются в производстве при дистилляции анилина, их направляют, в основном, на сжигание. Измерения, проведенные методом газовой хроматографии на хроматографе типа «Цвет-500» с регистрацией компонентов пламенно – ионизационным детектором, показали, что они содержат до 30-40% анилина, дифениламин, циклогексиламин, N-фенилциклогексиламин, бифенил, о-толуидин, воду и другие примеси.

Для получения смолы предварительно из образцов кубовых анилина выпарили воду и провели конденсацию с фурфуролом при температурах 120-250°C, используя катализатор – соляную кислоту. Для сравнения в качестве амина (опыт 1) загрузили анилин. В опыт 4 после конденсации в массу добавили жирные кислоты таллового масла (в соотношении 1:3 по отношению к массе смолы) и еще выдержали 3 ч при 250°C. Результаты представлены в табл. 1.

Во всех опытах (табл. 1) получили черную смолу. В оп.1 – с анилином получили продукт твердый, блестящий, хрупкий, в остальных случаях смола была вязкой без блеска.

Термическая деструкция образцов смол оп. 1-4 методом дифференциального термического анализа (ДТА) на приборе Термоскан 2 показала наличие экзотермического эффекта в области 120-160°C, что, по-видимому, связано с процессом полимеризации смолы, при температуре 220-260°C наблюдали разложение смолы, что подтверждали

кривые потери веса. В оп.4 наблюдали равномерное разложение вещества с потерей массы.

Таблица 1 Получение смолы для лака

№ п/п	Соотношение амина и фурфурола по массе	Загружено катализатора соляной кислоты, % от массы смолы	Температура конденсации, °С	Продолжительность процесса, ч	Примечание
1	2:1	0,3	100	3	Амин -анилин
2	2:1	0,3	120	3	Амин-«кубовые»
3	2:1	0,3	150	3	То же
4	2:1	0,3	150 -250	6	-«-

Из образцов 1-4 был приготовлен лак растворением смолы в ацетоне, и образцы испытаны по показателям ГОСТ. Данные сведены в табл. 2.

Таблица 2. Некоторые показатели качества полученного лака

№ п/п	Показатели качества лака	Испытывали по ГОСТ	Лак, приготовленный из опытов				Показатели качества других марок лака (для сравнения)	
			1	2	3	4		
1	Условная вязкость лака при 20 <sup>0</sup> С	8420-74 Вискозиметр типа ВЗ-246	12	10	20	25	15-50	ХВ, ХС (на основе полимеризационных смол)
3	Твердость по маятниковому прибору ТМЛ, маятник А	5233-89	0,42	0,45	0,45	0,55	0,2 Не менее 0,3	ГОСТ 5233 Лак для паркета
4.	Прочность при ударе, масса груза 1 кг, см	4765-73	50	50	50	60	Не менее 50	Тистром, лак для бетона
5	Адгезия к бетону, МПа	28574-90	2,3	2,4	4,2	4,5	Не менее 2,5	Лак ХВ-701 П
6	Относительное удлинение пленки лака при 20 <sup>0</sup> С, %	18299-72	40	60	190	160	70	Лак АДВ -54 С для бетона

Результаты испытания лака, представленные в табл.2, свидетельствуют о том, что полученные образцы имеют показатели на уровне применяемых в промышленности марок лака для бетона и дерева. Следовательно, лак, полученный из смолы кубовых анилина, может использоваться в качестве защитного и гидроизолирующего средства для изделий из бетона, железобетона, кирпича.

1. Фурановые полимеры [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://vuzlit.ru/1271638/furanovye\\_polimery](https://vuzlit.ru/1271638/furanovye_polimery) (дата обращения: 6.02.2018).

# ЗАМЕНА ПЕРЕЛИВНОГО УСТРОЙСТВА В КОЛОННЕ ТАРЕЛЬЧАТОГО ТИПА ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ БЕНЗИНА И ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЯ

**Новиков П.С., Уфимцев С.В.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», 400131, Россия, г. Волгоград, проспект Ленина, 28*  
[NovikovPavSer@mail.ru](mailto:NovikovPavSer@mail.ru)

Ключевые слова: стабилизация, газофракционирование, массообменные аппараты.

С целью увеличения выхода продуктов установки был проведен структурно-функциональный анализ действующего производства на установке стабилизации бензина и газофракционирования, которая предназначена для стабилизации прямогонного бензина и фракционирования углеводородных газов с установок первичной переработки нефти ЭЛОУ-АВТ. До недавнего времени повышение эффективности и производительности колонн обеспечивали увеличением их высоты и диаметра. Однако с увеличением диаметра колонны возрастает неупорядоченность движения взаимодействующих фаз: на тарелке появляются «байпасные» потоки, «мертвые» зоны, возникает поперечная неравномерность скорости газового потока высоты жидкости на тарелке. Все это снижает эффективность массообмена в колонне. В связи с этим производительность аппарата следует повышать не увеличением размеров аппарата, а созданием контактных устройств, обладающих высокой производительностью по жидкости и пару, в частности, продольным и поперечным секционированием этих устройств.

На основании проведенного анализа и патентно-информационного поиска было установлено, что для увеличения производительности колонны необходимо заменить стационарное переливное устройство на тарелках на переливное устройство подвешеного типа, за счет установки которого увеличивается рабочая площадь тарелки, так как исключается гидрозатвор, кроме того улучшается сепарация парожидкостной фазы.

1. Капустин. В. М. Технология переработки нефти. В 2 ч. Ч 2. Деструктивные процессы: учеб, пособие / В. М. Капустин. А. А. Гуреев. - Москва : Колосс. 2007. - 334 с.

2. Гайле А.А., Сомов В.Е., Процессы разделения и отчистки продуктов переработки нефти и газа. Санкт-Петербург ,2012.396с

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ЭКСТРАГЕНТЫ В АНАЛИЗЕ СТОЧНЫХ ВОД ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Пахомова О.А.<sup>1</sup>, Мокшина Н.Я.<sup>2</sup>, Хрипушин В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,  
399740, Россия, г. Елец, ул. Коммунаров, 28; [pakhomchik@mail.ru](mailto:pakhomchik@mail.ru);

<sup>2</sup>ВУНЦ ВВС "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина", 394064, Россия, г. Воронеж  
ул. Старых большевиков, 54 а; [moksnad@mail.ru](mailto:moksnad@mail.ru)

Ключевые слова: экстракция, водорастворимые полимеры, аминокислоты

В настоящее время эффективно развивающейся отраслью фармацевтических производств является синтез аминокислот. Получение аминокислот, содержащихся в фармацевтических препаратах, перспективно и востребовано, их комплексы с витаминами, углеводами и липидами широко применяют при заболеваниях большинства систем организма. Масштабный объем синтеза аминокислот актуализирует задачу их надежного определения на каждом этапе получения и в сточных водах производства.

Цель исследования – разработка надежных, легкоосуществимых способов определения аминокислот (лизин, фенилаланин, тирозин и триптофан) в сточных водах с применением экологически безопасных водорастворимых полимеров («зеленая экстракция»). В качестве экстрагентов применяли водорастворимые гомо-и сополимеры винилового ряда, полученные методом радикальной сополимеризации.

Изучено влияние соотношения объемов водной и органической фаз, состава полимеров, их концентрации в водном растворе на степень извлечения аналитов. Установлено, что максимальная степень извлечения аминокислот (95% и более) при их концентрациях  $2,5 \cdot 10^{-4}$  –  $5 \cdot 10^{-4}$  г/см<sup>3</sup> достигается в системах с концентрациями сополимеров 0,10 – 0,15 г/см<sup>3</sup> и соотношении водно-солевой и органической фаз 10:2.

Анализ водной фазы осуществляли методом капиллярного электрофореза при напряжении +23 кВ и температуре 30 °С. В качестве добавки к фоновому электролиту применяли боратный буферный раствор (рН = 9,18). При таком значении рН аминокислоты находятся в виде анионов с биполярной ионизированной структурой, поэтому возможно получение электрофореграммы с четким разрешением.

В результате направленного поиска стабильных двухфазных систем на основе водорастворимых полимеров разработаны эффективные экстракционные системы для определения аминокислот в сточных водах, разработана общая схема анализа.

# ВЛИЯНИЕ ДОПИРУЮЩЕГО АГЕНТА НА СВОЙСТВА КЕРНОВЫХ ПИГМЕНТОВ С ОБОЛОЧКОЙ ИЗ ПОЛИАНИЛИНА

Пугачёва Т.А., Курбатов В.Г.

ФГБОУ ВО "Ярославский государственный технический университет",  
150023, Россия, г. Ярославль, Московский пр., 88;  
[kurbatovvg@list.ru](mailto:kurbatovvg@list.ru)

Ключевые слова: полианилин, маслосмеккость, укывивистость, допирующй агент,  
противокоррозионные свойства

Нанесение тонкой оболочки проводящих полимеров и, в частности, полианилина (ПАНи) приводит к получению материалов, обладающих целым рядом уникальных свойств [1-3]. Например, такие материалы могут использоваться в качестве керновых пигментов, позволяющих получить покрытия для защиты металла от коррозии, проводящие пленки и др. Свойства таких материалов можно регулировать в широких пределах, как за счет используемого ядра, так и за счет многочисленных допирующих агентов, кардинально изменяющих свойства проводящих полимеров.

Композиционные материалы были получены окислительной полимеризацией анилина в присутствии выбранных неорганических наполнителей, таких как каолин, бентонит, тальк, слюда. Допирующими агентами выступали серная, фосфорная и соляная кислоты. Содержание ПАНи в керновом пигменте варьировалось от 0 до 50% масс.

С увеличением содержания ПАНи на поверхности керновых пигментов маслосмеккость возрастает, что связано с увеличением их удельной поверхности. Наличие плеча на зависимости маслосмеккости для некоторых образцов может быть обусловлено тем, что предельное маслосмеккости наблюдается при полном, равномерном перекрытии поверхности ядра оболочкой из ПАНи. Такой ход кривой наблюдается только при использовании в качестве допанта соляной кислоты. При использовании в качестве допанта серной и фосфорной кислоты такой зависимости не наблюдается. Маслосмеккость дедопированного пигмента возрастает быстрее с увеличением содержания ПАНи. Это обусловлено большей маслосмеккостью самого недопированного ПАНи, которая позволяет предположить о более развитой поверхности полученных керновых пигментов.

Укывивистость керновых пигментов возрастает с увеличением содержания ПАНи. Следует отметить, что до содержания ПАНи 20% масс, укывивистость резко увеличивается с ростом содержания полимера.

При дальнейшем увеличении содержания ПАНи увеличение укрывистости не настолько существенно. Наличие на частицах керновых пигментов оболочки из недопированного ПАНи приводит к увеличению укрывистости по сравнению с допированным. Это обусловлено более сильным поглощением света молекулами недопированного ПАНи в видимой области.

Аналогичная зависимость наблюдается и для красящей способности пигментов с допированным ПАНи. Увеличение содержания ПАНи в керновом пигменте приводит к увеличению красящей способности. При использовании в качестве оболочки недопированного ПАНи красящая способность всех образцов керновых пигментов, независимо от содержания, существенно выше по сравнению с эталоном.

Увеличение содержания ПАНи, приводит к росту координаты цветности  $b$  и уменьшению координаты цветности  $a$ . Цветовой тон керновых пигментов из зеленой области смещается в зелено-желтую. Появление желтизны у керновых пигментов с увеличением содержания ПАНи, может быть обусловлено большим количеством олигомерных продуктов анилина, имеющих коричневый цвет.

Из результатов потенциодинамических испытаний было отмечено, что плотность тока коррозии снижается в присутствии керновых пигментов в 2-3 раза практически для всех образцов. Причем, несмотря на высокое значение плотности тока коррозии в присутствии кернового пигмента с оболочкой из ПАНи, допированного соляной кислотой, следов коррозии на испытуемом образце не наблюдается. Это позволяет сделать вывод, что повышение плотности тока коррозии связано не с развитием коррозии, а с пассивацией поверхности, которая протекает несколько медленнее чем в присутствии остальных керновых пигментов.

1) Kawata K. Preparation of polyaniline/TiO<sub>2</sub> nanocomposite film with good adhesion behavior for dye-sensitized solar cell application/ K. Kawata, S.-N. Gan, D. Ang, K. Sambasevam, S.-W. Phang, N. Kuramoto// Polymer composition, 2013. Vol. 34. P. 1884-1891.

2) Vesely D. Corrosion Inhibition Properties of organic coatings with a polyaniline phosphate / D. Vesely, A. Kalendova, I. Sapurina, J. Stejskal, P. Kalenda // 8<sup>th</sup> International conference «Advances in coatings technology»: Conference papers. Warsaw, 2008. P. 601–610.

3) Курбатов В.Г., Индейкин Е.А. Противокоррозионные пигменты с оболочкой из допированного полианилина / В.Г. Курбатов, Е.А. Индейкин // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2017. Т. 53. № 2. С. 204-209.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМПЕДАННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПИТТИНГООБРАЗОВАНИЯ

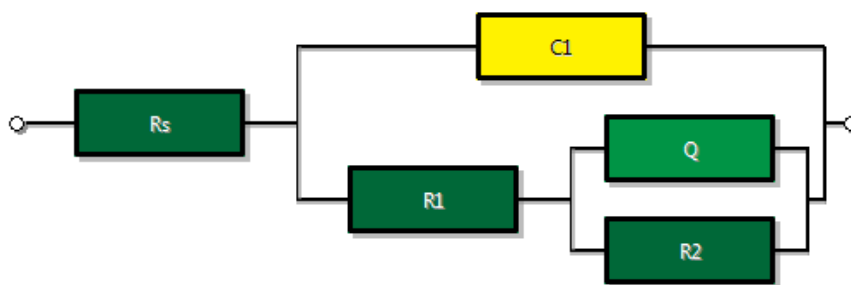
**Ражабов Ш.Р., Виноградова С.С., Плешкова Е.В.**

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»,  
Российская Федерация, 420015, г. Казань, К. Маркса, 68  
[elizavetapl123@gmail.com](mailto:elizavetapl123@gmail.com)*

Ключевые слова: нержавеющая сталь, питтинговая коррозия, электрохимическая импедансная спектроскопия

Изучение электрохимических свойств поверхности, соответствующих состояниям пассивности и развития питтингов на поверхности стали 12Х18Н10Т изучали с использованием метода ступенчатой импедансной спектроскопии. Данный метод эффективный при исследовании кинетики и механизма электрохимических реакций, находит применение и для изучения процессов зарождения и роста питтингов [1, 2].

Исследования проводили в интервале значений потенциала от 0,1 до 0,3 В с наложением синусоидального сигнала амплитудой 5 мВ (шаг потенциала 10 мВ, диапазон частот 100000 – 0,1 Гц). Для упрощения описания поведения системы на границе пассивного и локально-активного состояния поверхности, согласно литературным данным [3] была выбрана электрическая эквивалентная схема (рис.1).



**Рисунок 1 - Эквивалентная электрическая схема пассивного слоя:  $R_s$  – сопротивление раствора;  $C_1$  – емкость двойного электрического слоя;  $Q$  – CPE (constant phase element) постоянный фазовый элемент;  $R_1$  – сопротивление переноса заряда (двойного электрического слоя);  $R_2$  – сопротивление пассивной пленки**

Соответствие экспериментальных данных и данных подобранной модели для стали 12Х18Н10Т в растворе 0,1 моль/л NaCl проверяли с помощью программы ZMANN.

Анализ составляющих эквивалентной электрической схемы пассивного слоя показал, что емкость двойного электрического слоя имеет линейную зависимость от значения потенциала. Изменения емкости двойного слоя (C1) во времени являются мерой процесса роста питтингов. Емкость двойного слоя связана с активной частью площади поверхности внутри активных питтингов или трещин, поэтому, изменения этого параметра эквивалентны изменениям активной площади поверхности.

Емкость пассивной пленки (Q) также зависит от потенциала. Увеличение потенциала приводит к снижению емкости пассивной пленки. Как и в случае изменения емкости двойного электрического слоя, флуктуации значений емкости пассивной пленки наблюдаются в области потенциалов положительнее потенциала питтингообразования, т.к. происходит нарушение пассивной пленки и начинают зарождаться и пассивироваться питтинги и увеличивается активная площадь поверхности, на которой локализуются устойчивые питтинги.

Во всем диапазоне потенциалов наблюдаются колебания сопротивления пассивной пленки (R2), что объясняется протеканием двух стадий питтинговой коррозии – метастабильной и стабильной. Сопротивление пассивной пленки связывают с сопротивлением внутри метастабильных и стабильных питтингов.

В качестве критерия оценки схем на их пригодность для моделирования экспериментальных спектров импеданса использовали рассчитанный параметр  $\chi^2 = 1,125 \cdot 10^{-5}$ , что, исходя из условия  $\chi^2 < 10^{-3}$ , позволило считать эквивалентную схему удовлетворительной.

Изменение концентрации раствора NaCl от 0,1 до 1 М показал схожую картину для всех составляющих эквивалентной электрической схемы пассивного слоя, однако в литературе приведены иные схемы для электрода на котором протекает питтинговая коррозия и дальнейшие исследования будут посвящены анализу временных изменений импеданса с учетом поверхности не затронутой питтинговой коррозией и области активных и неактивных питтингов.

1. Замалетдинов И.И., Шеин А.Б., Кичигин В.И. Локальная коррозия литейных и порошковых сталей: монография. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2015. С.158.

2. Розенфельд И.Л. Новые методы исследования коррозии металлов. М.: Наука, 1973. С.158.

3. Z.J. Jia et al. // Int. J. Miner. Metall. Mater., Vol.18, No.1, Feb 2010



# ЦИКЛОБОРИРОВАНИЕ $\alpha$ -ОЛЕФИНОВ С ПОМОЩЬЮ $\text{PhBF}_2$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАТАЛИЗАТОРА $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$

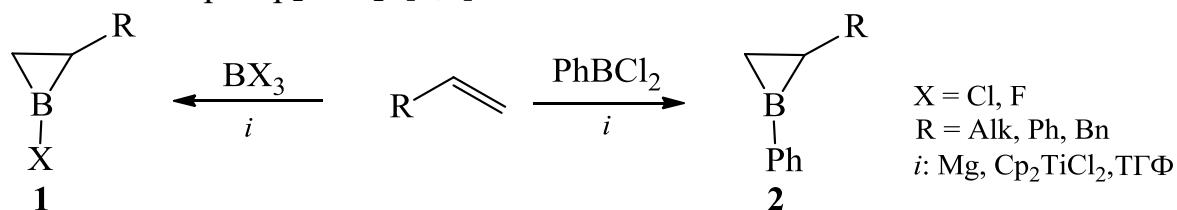
Рязанов К.С., Хусаинова Л.И., Хафизова Л.О., Джемилев У.М.

ИНК РАН, 450075, Россия, г. Уфа, просп. Октября, 141;  
[RyazanovKS@outlook.com](mailto:RyazanovKS@outlook.com)

Ключевые слова: циклоборирование,  $\text{PhBF}_2$ ,  $\alpha$ -олефины,  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$ , борираны

В настоящее время существенный интерес химиков-синтетиков вызывают исследования, связанные с разработкой простых и эффективных методов синтеза борсодержащих малых циклов – бориран(ен)ов. В литературе известны примеры лишь некаталитических методов синтеза бориранов [1-3].

Недавно мы сообщали о новом одnoreакторном методе синтеза 1-хлор(фтор,фенил)-2-алкил(арил)бориранов (**1,2**) реакцией  $\alpha$ -олефинов с галогенидами бора ( $\text{BCl}_3 \cdot \text{SMe}_2$ ,  $\text{BF}_3 \cdot \text{ТГФ}$ ) или  $\text{PhBCl}_2$  в присутствии  $\text{Mg}$  и катализатора  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$ . [4,5]



Нами установлена, что наряду с  $\text{BCl}_3 \cdot \text{SMe}_2$ ,  $\text{BF}_3 \cdot \text{ТГФ}$ ,  $\text{PhBCl}_2$ , Реакцию циклоборирования  $\alpha$ -олефинов можно проводить с использованием  $\text{PhBF}_2$ , синтезированным нами по методу. [6]

Показано, что реакция  $\text{PhBF}_2$  с алкил(циклоалкил,арил)замещенными  $\alpha$ -олефинами в присутствии металлического  $\text{Mg}$  и катализатора  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$ , взятых в соотношении [ $\alpha$ -олефин]:[B]:[Mg]:[Ti]=1:1.5:4:0.2 (20 °С, ТГФ, 10 ч) Проходит успешно с образованием 1-фенил-2-замещенных бориранов **2** с выходом до 80%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-73-10124).*

1. Klusik H., Berndt A. Angew. Chem. Int. Ed., 1983, 22, 877-878.
2. Rao Y.-L. et al. J. Am. Chem. Soc., 2013, 135, 3407-3410.
3. Braunschweig H. et al. Chem. Comm., 2015, 51, 1627-1630.
4. Хусаинова Л.И., Хафизова Л.О., Тюмкина Т.В., Джемилев У.М. ЖОХ, 2016, 86 (6), 1046-1049.
5. L.I. Khusainova, L.O. Khafizova, T.V. Tyumkina, K.S. Ryazanov, U.M. Dzhemilev. J. Organomet. Chem., 2017, 832, 12-17.
6. O. Farooq. Journal of Fluorine Chem., 1995, 70, 225-227.

# ПОРИСТЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ РУД

Семке А.П., Казьмина О.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30;*  
[anna.poltoranina@yandex.ru](mailto:anna.poltoranina@yandex.ru)

Ключевые слова: наполнитель, отходы, пористость.

Развитие горнодобывающей промышленности приводит к значительному накоплению различных отходов, хранящихся в отвалах, хвостохранилищах и шлаконакопителях, что представляет серьезную экологическую опасность. Особенно актуальными являются вопросы утилизации крупнотоннажных отходов, например, масса хвостов переработки при производстве 1 тонны меди достигает 5-6 тонн, а при производстве никеля из окисленных руд почти 100 тонн.

Цель работы – разработать состав для получения пористого наполнителя на основе хвостов обогащения медно-цинковой руды.

Объектом исследования выбран побочный продукт обогащения бедных сульфидных медных руд Жезказганского месторождения Казахстана. По внешнему виду отходы представляют собой мелкозернистую пробу светло-бежевого цвета. По химическому составу отходы относятся к кремнеземсодержащим ( $\text{SiO}_2$  порядка 68 мас. %), содержат  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в количестве  $17 \pm 0,5$  %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  –  $3,5 \pm 0,5$  %, а также оксиды щелочных и щелочноземельных металлов до 10 %. По дисперсности отход на 90 % представлен частицами с размером менее 55 мкм, при этом 50 % зерен имеют размер менее 10 мкм.

Пористый наполнитель получали по двухстадийной технологии, включая синтез низкотемпературной фритты (до 900 °С) и стадию вспенивания пенообразующей смеси, приготовленной на ее основе. Установлено, что термообработка шихты, состоящей из 80 % отходов и 20 % кальцинированной соды, при 800 °С позволяет получить фритту с содержанием стеклофазы 75 %. Пенообразующая смесь готовилась из порошка фритты с добавлением газобразователя в виде сажи в количестве 0,5 %. Установлено, что оптимальным для получения пористого наполнителя является температура вспенивания 850 °С с выдержкой 10 минут. При этом готовый материал имеет среднюю плотность до 350 кг/см<sup>3</sup>, водопоглощение менее 1 %, прочность до 3 МПа. Полученный материал рекомендуется в качестве пористого наполнителя для строительных работ.

# АДСОРБЦИЯ СМЕСЕЙ ПАРОВ АЦЕТОНА И ВОДЫ НА ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТНОЙ ПЛЕНКЕ

**Симонов В.Н.<sup>1,2</sup>, Фомкин А.А.<sup>1</sup>, Гранкина Т.Ю.<sup>1</sup>, Гольцев В.Н.**

<sup>1</sup>*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН,  
115409, Ленинский проспект, 31,*

<sup>2</sup>*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
115419, Каширское ш.31  
[simonov.valer@yandex.ru](mailto:simonov.valer@yandex.ru)*

Ключевые слова: адсорбция, ацетон, вода

В данной работе проблема взаимного влияния одних паров или газов на адсорбцию других исследуется в рамках создания химических и биохимических акустогравиметрических сенсоров. Исследования проводились на кварцевых сенсорах частотой 5,5 МГц, на которые была нанесена пленка растворенного в диметилформамиде полиметилметакрилата толщиной 1,3-5 мкм. В сосуд с сенсором шприцем напускали некоторое количество смеси паров воды и/или ацетона. Колебания в резонаторе возбуждали технологическим генератором ТГК-3. В режиме реального времени снимали кинетические кривые обусловленного адсорбцией изменения резонансной частоты  $f(t)$ , которую измеряли частотомером (рис.1). Относительное давление  $p/p_s$  рассчитывали по известным объемам сосудов и смеси. По установившимся значениям изменений частоты  $\Delta f_b$  (при адсорбции паров воды) и  $\Delta f_a$  (при адсорбции паров ацетона) и изменению частоты  $\Delta f_{\pi}$  резонатора из-за нанесенной массы пленки рассчитывали величину адсорбции в относительных единицах для воды  $a_b = \Delta f_b / \Delta f_{\pi}$  и ацетона  $a_a = \Delta f_a / \Delta f_{\pi}$  в соответствии с теорией акустогравиметрии [1]. Значения изменения частоты, соответствующие равновесному состоянию, позволили получить изотермы как однокомпонентной (рис.2), так и двухкомпонентной адсорбции паров воды и ацетона (рис.3), которые необходимы для реализации программного обеспечения биохимического сенсора паров ацетона, работающего в содержащем пары воды воздухе. Полученные результаты позволяют получить необходимую количественную информацию для учета влияния сопутствующих паров воды на результаты измерения концентрации паров ацетона. Разлагая в двумерный ряд Тейлора функцию  $a_{ап}(p_a/p_{sa}, p_b/p_{sb})$  по аргументам  $p_a/p_{sa}$ ,  $p_b/p_{sb}$  и ограничиваясь двумя первыми членами по обоим аргументам, получим выражение для описания адсорбции паров пленкой сенсора в зависимости от парциальных давлений обоих паров в диапазоне  $p_a/p_{sa} \leq 0,2$ ,  $p_b/p_{sb} \leq 0,5$ :

$$a_a = (0,352 - 0,308 \cdot p_B/p_{SB}) \cdot (p_a/p_{sa}) - (1,392(p_B/p_{SB})^2 - 1,196(p_B/p_{SB}) + 0,615) \cdot (p_a/p_{sa})^2$$

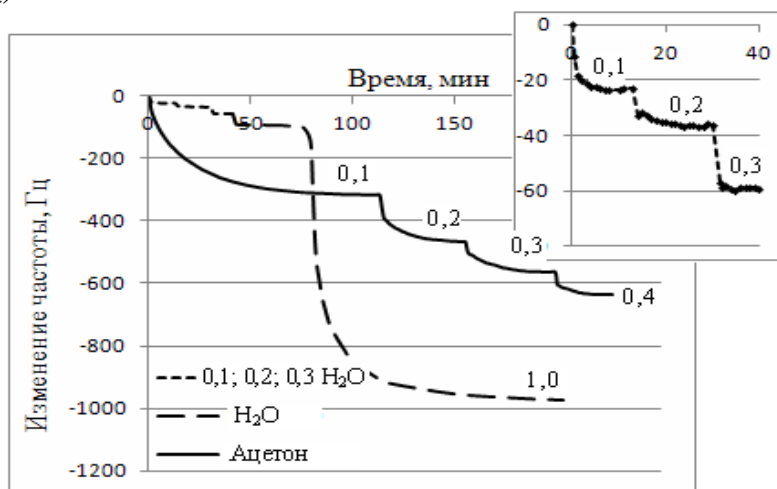


Рис.1. Кинетика однокомпонентной адсорбции паров ацетона и воды при значениях давления  $p/p_s = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4$  и  $1,0$

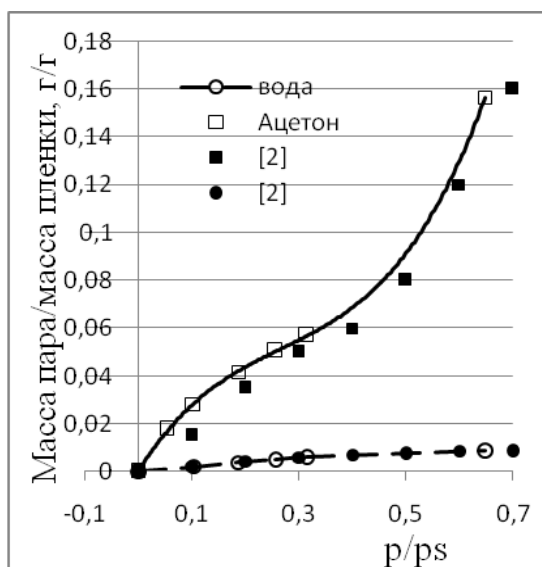


Рис.2. Изотермы однокомпонентной адсорбции паров воды и ацетона (сплошные кружки и квадраты – данные работы [2])

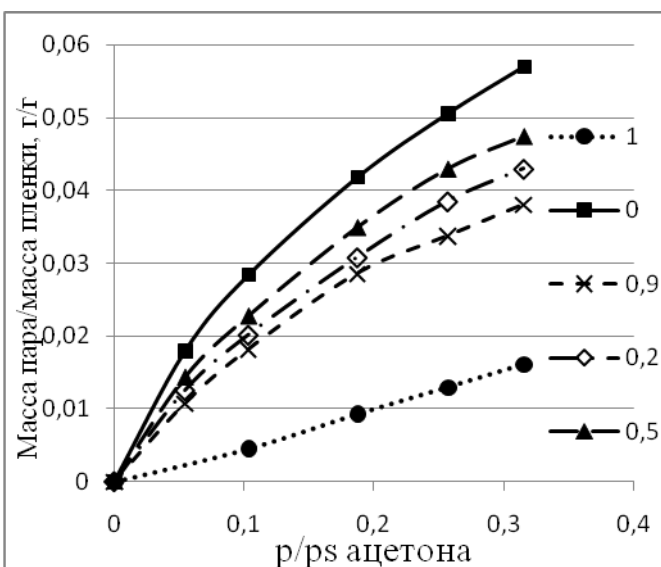


Рис.3. Изотермы 2-хкомпонентной адсорбции паров ацетона в области малых концентраций в зависимости от  $p/p_{SB}$  паров воды

Для малых концентраций паров ацетона и воды ( $p_a/p_{sa} \leq 0,1$ ,  $p_B/p_{SB} \leq 0,1$ ):  $a_a = (0,352 - 0,308 \cdot p_B/p_{SB}) \cdot (p_a/p_{sa})$

Работа выполнена в рамках проекта №16-07-00097а, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований.

1. Симонов В.Н., Красильникова О.К., Хозина Е.В., Золотаревский В.И. Влияние шероховатости подложки на адсорбционную активность микро- и наноразмерных пленок хитозана. Физикохимия поверхности и защита материалов, издательство Наука (М.), том 50, № 3, с. 316-316.

## ФТОРИД АММОНИЯ КАК РЕАГЕНТ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТИТАНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Смороков А.А.

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
[wolfraun@yandex.ru](mailto:wolfraun@yandex.ru)*

Ключевые слова: диоксид титана, фторид аммония, фтораммонийная технология

Диоксид титана является самым востребованным титансодержащим продуктом на мировой рынке. В промышленность внедрены две технологии его производства – серноокислотная и хлорная.

Первый метод основан на разложении ильменита – одного из основных титансодержащих минералов – серной кислотой. Недостатками серноокислотного способа производства  $TiO_2$  являются большой расход серной кислоты, а также ряд экологических проблем. По сравнению с серноокислотным хлорный способ получения пигментного диоксида титана является более экологически чистым. Однако он избирателен к сырью, а в связи с использованием хлора и высоких температур требует применения коррозионностойкого оборудования [1].

Согласно выше приведенному описанию, существующие технологии имеют определенные требования к исходному сырью, а несоответствие данным критериям делает определенные титансодержащие руды нерентабельными для переработки.

Альтернативным путем переработки титансодержащего сырья может выступить фтораммонийная технология. Данный метод заключается в разложении титансодержащих концентратов путем сплавления с фторидом или гидродифторидом аммония. Процесс протекает при относительно низких температурах. Дальнейшая переработка заключается в удалении кремния путем сублимации его фтораммонийного соединения. Далее возможно выделение титана сублимацией при более высоких температурах, либо гидрометаллургическим способом с получением диоксида титана. При реализации данного способа происходит регенерация вскрывающего реагента, что положительно сказывается на экономике процесса

1. Заболоцкая Ю.В. Автоклавное обескремнивание лейкоксенового концентрата гидроксидом кальция с получением искусственного рутила. Диссерт. На соиск. звания канд. тех. наук. М.: 2014 – 136 с.

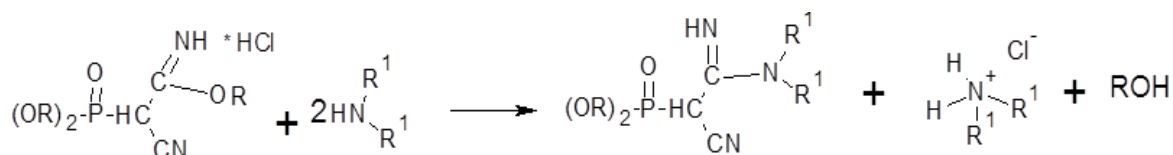
## СИНТЕЗ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ АМИДИНОВ

Соколов Н.А., Кошелева И.А., Анищенко О.В.

*Волгоградский государственный технический университет,  
400131, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28;  
nikita.sokoloff2014@yandex.ru*

Ключевые слова: амидины, С-фосфорилированные амидины, биологически активные соединения

Среди амидинов известны соединения, обладающие ценными медико-биологическими свойствами [1]. Такие же свойства проявили и фосфорорганические амидины. Нами предложен способ получения новых структур фосфорорганических амидинов производных 2-диалкокси-фосфорилмалоновой кислоты по следующей схеме.



R -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>

R<sup>1</sup> - C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, - i-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>

Гидрохлорид 2-диалкоксифосфорил-2-цианомалоноимидата получен при взаимодействии динитрила 2-диалкоксифосфорилмалоновой кислоты с хлористым водородом и спиртом при соответствующем мольном соотношении реагентов (1:1:1) при температуре 0-5 °С. Полученные гидрохлориды имидатов обрабатывали вторичными аминами при интенсивном перемешивании. Взаимодействие последних, с гидрохлоридами протекало с выделением тепла и образованием осадка гидрохлорида амина, во избежание загустевания реакционной массы добавляли растворитель диоксан. В результате получены 2-диалкоксифосфорил-2-цианомалоноамидины с высоким выходом до 90 %. Состав и структуру полученных соединений устанавливали по данным ИК и ПМР-спектроскопии.

1. Ed. Patai, S. The chemistry of Amidines and Imidates. – New York: John Wiley and Sons, 1975. – 677 p.

## РАЗРАБОТКА БИОПРЕПАРАТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ И ЕГО РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ

**Сычева Е.С., Асылханов Ж.С., Визер С.А., Ежанов К.Б.**

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», 050010,  
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Уалиханова 106;  
[yelena-sycheva@yandex.kz](mailto:yelena-sycheva@yandex.kz)*

Ключевые слова: 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ол, арабиногалактан

Одной из задач исследований лаборатории химии физиологически активных соединений АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова» является разработка регуляторов роста растений (РРР) нового поколения с использованием в качестве биоматриц природных полисахаридов арабиногалактана и  $\beta$ -циклодекстрина, что позволит создать новые биопрепараты, отличающиеся высокой эффективностью, экологической безопасностью и низкими нормами расхода по действующему веществу.

В рамках этих исследований разработан синтез комплекса включения 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ола (КН-2), являющегося исходным соединением для отечественного казахстанского инновационного РРР «Акпинол-альфа» в арабиногалактан (АГ). Найдены оптимальные условия взаимодействия с АГ при изменении массовых соотношений реагентов, растворителей, температуры и продолжительности проведения реакции [1].

Методами ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и сканирующей электронной микроскопии доказано строение комплекса включения КН-2/АГ.

Полевые мелкоделяночные испытания показали высокую эффективность нового биопрепарата на черенках винограда, проявившуюся в повышении приживаемости трудноукореняемых сортов винограда на 46% по сравнению с контролем и на 4% по сравнению со стандартом (КН-2), и в увеличении корнеобразования на 38,5% и 12,5% по сравнению с контролем и стандартом (КН-2) соответственно [2]. При этом использование биопрепарата нового поколения в виде комплекса включения КН-2 в природный полисахарид арабиногалактан позволяет снизить рабочую концентрацию регулятора роста по действующему веществу в 20 раз.

1 Ерманов К.Б., Визер С.А., Сычева Е.С. Алматы: 2017, 158 с.

2 Никольский М.А., Панкин М.И., Султанова З.К., Казыбаева С.Ж., Сычева Е.С. Виноделие и виноградарство, 2016, № 4, 46 - 49.

# КОМПЛЕКС ВКЛЮЧЕНИЯ 1-МЕТИЛ-4-(3-(НАФТИЛ-1-ОКСИ)ПРОП-1-ИНИЛ)ПИПЕРИДИН-4-ОЛА В $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИН

**Сычева Е.С., Асылханов Ж.С., Визер С.А., Ежанов К.Б.**

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», 050010,  
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Уалиханова 106;  
[yelena-sycheva@yandex.kz](mailto:yelena-sycheva@yandex.kz)*

Ключевые слова: 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ол,  $\beta$ -циклодекстрин

В лаборатории химии физиологически активных соединений АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», ведутся фундаментальные и прикладные исследования по созданию высокоэффективных и экологически безопасных биопрепаратов для сельского хозяйства на основе разработанного ранее отечественного инновационного регулятора роста растений «Акпинол-альфа», представляющего собой гидрохлорид 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ола, исследованного под шифром КН-2 [1].

Взаимодействием 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ола с  $\beta$ -циклодекстрином ( $\beta$ -ЦД) при изменении массовых соотношений исходных реагентов, растворителей и продолжительности проведения реакции разработаны оптимальные условия синтеза комплекса включения КН-2/ $\beta$ -ЦД. Методами ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , COSY( $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ ) и НМРС ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ) и сканирующей электронной микроскопии установлено строение комплекса включения 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ола в  $\beta$ -циклодекстрин.

Сравнение спектров ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  субстрата – 1-метил-4-(3-(нафтил-1-окси)проп-1-инил)пиперидин-4-ола и рецептора –  $\beta$ -ЦД в свободном состоянии и в составе комплекса, показывает, что связывание комплекса происходит посредством гидрофобного взаимодействия протонов  $\beta$ -ЦД с протонами субстрата [2].

1 Ержанов К.Б., Визер С.А., Сычева Е.С. Алматы: 2017, 158 с.

2 Сычева Е.С., Визер С.А., Сейлханов Т.М., Ержанов К.Б. Вестник КБТУ, 2017, №2-3 (41-42), 86-90.



## ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА МЫШЬЯКА МЕТОДОМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

**Федоров В.А.<sup>1</sup>, Гасанов А.А.<sup>2</sup>, Потолоков Н.А.<sup>1</sup>, Меншикова Т.К.<sup>1</sup>,  
Мыслицкий О.Е.<sup>1</sup>**

*1. Учреждение Российской академии наук Институт общей и  
Неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, РФ, г. Москва,  
Ленинский пр. 31. [fedorov@igic.ras.ru](mailto:fedorov@igic.ras.ru)*

*2. АО «Государственный и проектный институт редкометаллической  
промышленности», 119017, РФ, г. Москва, Большой Толмачевский  
переулок, д.5, стр.1. [aagasanov@giredmet.ru](mailto:aagasanov@giredmet.ru)*

Высокочистый мышьяк квалификации 99,9999 мас. % (6N) находит широкое применение в технологии полупроводниковых материалов. Вместе с тем имеются процессы, в которых требуются образцы, однородные по макроструктуре, с минимальным количеством дефектов. В последнее время значительный интерес проявляется к очистке мышьяка методом направленной кристаллизации из расплава. Показана принципиальная возможность получения продукта квалификации 7N с использованием финишной стадии - кристаллизационной очистки. В сообщении изложены результаты исследований физико-химических и технологических основ получения мышьяка квалификации 99,99999 мас. % из различного сырья с применением метода направленной кристаллизации. Изучены фазовые равновесия «расплав-кристалл» и «кристалл-пар» для ряда систем мышьяк-примесь. Важным этапом процесса кристаллизационной очистки является предварительное удаление  $As_2O_3$ , который вызывает разрушение кварцевых ампул.

Изучение эффективности кристаллизационной очистки мышьяка проводили на лабораторной установке по двум схемам: «сублимационной» и «кристаллизационной». Сублимационный процесс включает использование активных добавок (коллекторов примесей) и фильтрацию паров. Получен из технического мышьяка и «ос.ч. 17-4» продукт 6N. Финишная кристаллизация обеспечивает достижение чистоты 7N. Определены оптимальные режимы, которые послужили основой создания макета установки кристаллизации, включающей также блоки очистки от  $As_2O_3$  и сублимации мышьяка.

*Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований Президиума Российской академии наук №39 «Фундаментальные основы и энергоэффективные, ресурсосберегающие, инновационные технологии переработки минерального сырья, утилизации промышленных и бытовых отходов».*

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 4-ХЛОР-3-ГИДРОКСИФУРО[3,4-*c*]ПИРИДИН-1(3*H*)-ОНОВ С АМИНАМИ

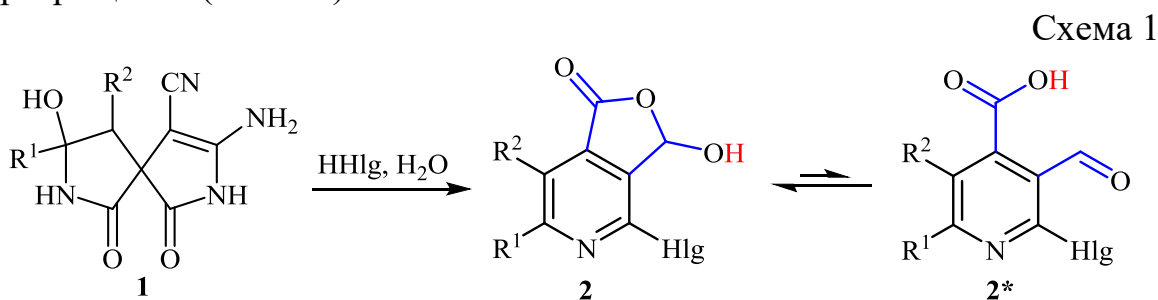
**Федосеев С.В.**

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[sergey.fedoseev88@gmail.com](mailto:sergey.fedoseev88@gmail.com)

Ключевые слова: 5-гидроксифуран-2(5*H*)-он, 3-формилизоникотиновая кислота, линейно-циклическая таутомерия

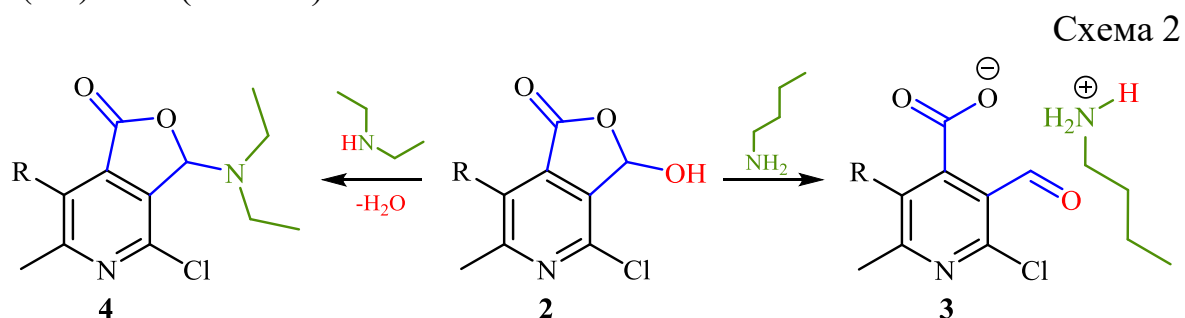
5-Гидроксифуран-2-оны, представляющие собой циклическую полуацетальную форму вицинальных альдегидокарбоновых кислот, являются важным объектом исследования, так как соединения с данным структурным фрагментом используются в синтезе производных, обладающих различной биологической активностью.

4-Галоген-3-гидроксифуро[3,4-*c*]пиридин-1(3*H*)-оны **2** образуются из 3-амино-8-гидрокси-1,6-диоксо-2,7-дiazаспиро-[4.4]нон-3-ен-4-карбонитрилов **1** под действием галогеноводородных кислот [1-6]. Данные соединения можно рассматривать как новые представители изоникотиновых кислот **2\***, содержащих альдегидную группу в положении 3 за счет реализации линейно-циклического таутомерного превращения (схема 1).



Производные 3-формилизоникотиновой кислоты содержат в своей структуре химически активные функциональные заместители, превращения по которым открывают широкие синтетические возможности при их взаимодействии с различными классами органических и неорганических веществ. Ранее было показано, что при их взаимодействии с анилином при комнатной температуре происходит образование 4-галоген-3-(фениламино)фуоро[3,4-*c*]пиридин-1(3*H*)-онов [7]. В ходе дальнейших исследований обнаружено, что в зависимости от замещенности алифатических аминов возможны два направления превращений: первичный бутиламин в среде этилацетата

приводит к образованию 2-хлор-3-формил-5,6-алкилизоникотината бутил-1-аммония **3**, а вторичный диэтиламин в аналогичных условиях формирует 4-хлоро-3-(диэтиламино)-6,7-диалкилфууро[3,4-с]пиридин-1(3*H*)-он **4** (схема 2).



Строение соединений **3** и **4** установлено комплексом физических методов, таких как ИК, ЯМР  $^1\text{H}$  спектроскопия и масс-спектрометрия.

Таким образом, в ходе данного исследования нами обнаружены два направления превращений исходных 4-хлор-3-(фениламино)фууро[3,4-с]пиридин-1(3*H*)-онов с аминами, в ходе которых были получены 2-хлор-3-формил-5,6-алкилизоникотинат бутил-1-аммония **3** и 4-хлоро-3-(диэтиламино)-6,7-диалкилфууро[3,4-с]пиридин-1(3*H*)-он **4**.

*Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-5982.2018.3.*

1. Fedoseev S.V., Ershov O.V., Belikov M.Yu., Lipin K.V., Bardasov I.N., Nasakin O.E., Tafeenko V.A. *Tetrahedron Lett.*, 2013, 54, 2143-2145.
2. Fedoseev S.V., Ershov O.V., Lipin K.V., Belikov M.Yu. *RSC Adv.*, 2016, 52, 10597-10600.
3. Федосеев С.В., Липин К.В., Ершов О.В., Беликов М.Ю., Яцько А.С., Насакин О.Е. *ЖОрХ*, 2015, 51, 1210-1212.
4. Ershov O.V., Fedoseev S.V., Ievlev M.Y., Belikov M.Y. *Dyes and Pigments*, 2016, 134, 459-464.
5. Belikov M.Y., Fedoseev S.V., Ershov O.V., Ievlev M.Y., Tafeenko V.A. *Tetrahedron Letters*, 2016, 57, 4101-4104.
6. Беликов М.Ю., Ершов О.В., Максимова В.Н., Федосеев С.В. *ЖОрХ*, 2016, 52, 1224-1225.
7. Федосеев С.В., Беликов М.Ю., Ершов О.В., Тафеенко В.А. *ЖОрХ*, 2017, 53, 1626-1628.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 3-ГИДРОКСИ-4-ХЛОРФУРО[3,4-*c*]ПИРИДИН-1(3*H*)-ОНА С РЕАКТИВОМ ЛАВЕССОНА

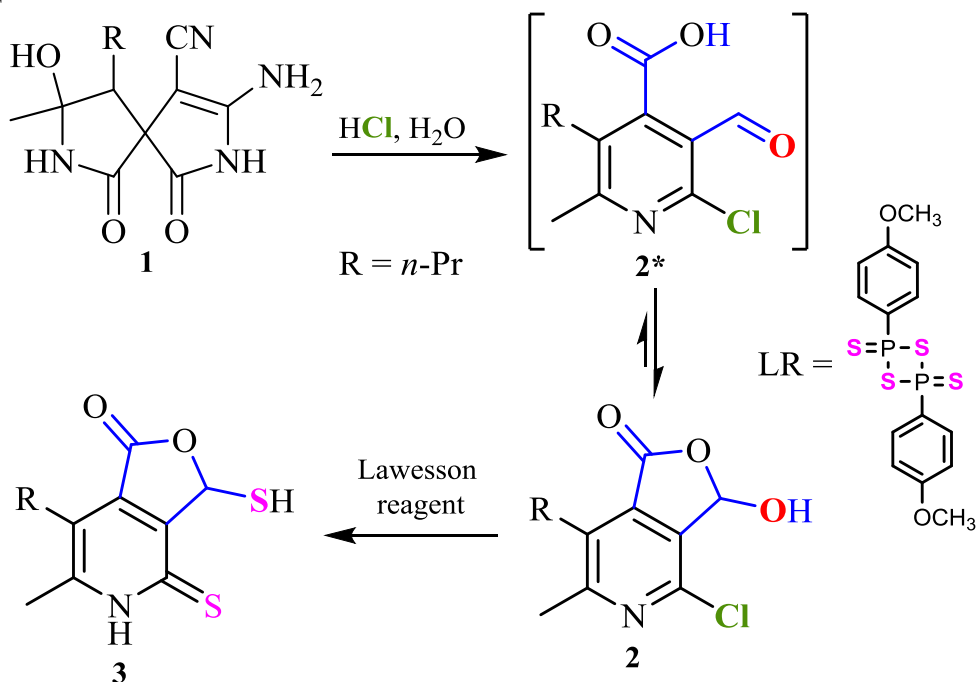
**Федосеев С.В.**

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[sergey.fedoseev88@gmail.com](mailto:sergey.fedoseev88@gmail.com)

Ключевые слова: 5-гидроксифуран-2(5*H*)-он, 3-формилизоникотиновая кислота, линейно-циклическая таутомерия, реактив Лавессона

Производные 3-формилизоникотиновой кислоты с химически активными функциональными заместителями, превращения по которым открывают широкие синтетические возможности при их взаимодействии с различными классами органических и неорганических веществ, являются актуальными объектами современных исследований [1-13].

Образование 4-галоген-3-гидроксифуоро[3,4-*c*]пиридин-1(3*H*)-онов **2** возможно путем взаимодействия 3-амино-8-гидрокси-1,6-диоксо-2,7-диазаспиро-[4.4]нон-3-ен-4-карбонитрилов **1** с галогеноводородными кислотами в присутствии галогенидов фосфора (III) [1-13]. Данные соединения можно рассматривать как новые представители изоникотиновых кислот **2\***, содержащих альдегидную группу в положении 3 за счет реализации линейно-циклического таутомерного превращения.



В результате исследования обнаружено, что при взаимодействии 3-гидрокси-4-хлорфуоро[3,4-с]пиридин-1(3H)-она с реагентом Лавессона в среде 1,4-диоксана при температуре 40-50°C образуется 3-сульфанил-4-сульфанилиден-1H,3H,4H,5H-фуоро[3,4-с]пиридин-1-он **3**.

Строение соединения **3** установлено комплексом физических методов, таких как ИК, ЯМР <sup>1</sup>H спектроскопия и масс-спектрометрия.

Таким образом, в ходе данного исследования путем взаимодействия 3-гидрокси-4-хлорфуоро[3,4-с]пиридин-1(3H)-она **2** с реагентом Лавессона образуется 3-сульфанил-4-сульфанилиден-1H,3H,4H,5H-фуоро[3,4-с]пиридин-1-он **3**.

*Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-5982.2018.3.*

1. Федосеев С.В., Беликов М.Ю., Ершов О.В., Тафеенко В.А. *ЖОрХ*, 2017, 53, 1626-1628.
2. Ershov O.V., Fedoseev S.V., Ievlev M.Y., Belikov M.Y. *Dyes and Pigments*, 2016, 134, 459-464.
3. Belikov M.Y., Fedoseev S.V., Ershov O.V., Ievlev M.Y., Tafeenko V.A. *Tetrahedron Letters*, 2016, 57, 4101-4104.
4. Беликов М.Ю., Ершов О.В., Максимова В.Н., Федосеев С.В. *ЖОрХ*, 2016, 52, 1224-1225.
5. Fedoseev S.V., Ershov O.V., Lipin K.V., Belikov M.Yu. *RSC Adv.*, 2016, 52, 10597-10600.
6. Belikov M.Y., Fedoseev S.V., Ievlev M.Y., Ershov O.V., Tafeenko V.A. *RSC Adv.* 2015, 5, 65316-65320.
7. Федосеев С.В., Липин К.В., Ершов О.В., Беликов М.Ю., Яцько А.С., Насакин О.Е. *ЖОрХ*, 2015, 51, 1210-1212.
8. Федосеев С.В., Беликов М.Ю., Липин К.В., Ершов О.В., Насакин О.Е. *ЖОрХ*, 2015, 51, 1208-1209.
9. Гуревич П.А., Липин К.В., Федосеев С.В., Черкашина Ю.А. *Вестн. КТУ*, 2015, 18, 7-8.
10. Fedoseev S.V., Ershov O.V., Belikov M.Yu., Lipin K.V., Bardasov I.N., Nasakin O.E., Tafeenko V.A. *Tetrahedron Lett.*, 2013, 54, 2143-2145.
11. Гуревич П.А., Федосеев С.В., Ершов О.В., Липин К.В., Насакин О.Е. *Вестн. КТУ*, 2013, 16, 47-48.
12. Гуревич П.А., Федосеев С.В., Ершов О.В., Липин К.В., Шевердов В.П., Саттарова Л.Ф. *Вестн. КТУ*, 2012, 15, 231-232.
13. Гуревич П.А., Федосеев С.В., Липин К.В., Ершов О.В., Еремкин А.В., Саттарова Л.Ф., Насакин О.Е. *Вестн. КТУ*, 2012, 15, 59-60.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСИ МЕТАНОЛ – БУТИЛАЦЕТАТ – ВОДА

Меркульева А.Д., Фролкова А.В., Ососкова Т.Е.

*ФГБОУ ВО Московский технологический университет,  
Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова,  
119571, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 86;  
[frolkova\\_nastya@mail.ru](mailto:frolkova_nastya@mail.ru)*

Ключевые слова: фазовая диаграмма, расслаивание, ректификация, сепаратор

Сочетание ректификации и расслаивания является энергетически эффективным приемом разделения азеотропных смесей. Особенности структуры диаграммы фазового равновесия разделяемой системы определяют структуру разделительного комплекса, в частности расположение сепаратора (расслаивание дистиллятного или кубового продукта, использование колонны с выносным [1] сепаратором). В настоящей работе проводится сравнительный анализ схем разделения тройной смеси метанол – бутилацетат – вода.

В качестве метода исследования выбрано математическое моделирование с использованием модели NRTL (параметры модели позволяют описывать фазовое равновесие системы с относительной ошибкой, не превышающей 5%).

Диаграмма фазового равновесия (рисунок (а)) содержит один бинарный азеотроп вода – бутилацетат ( $X_B = 70,41\%$  мол.;  $T_{кип} = 90,48^\circ\text{C}$ ) седловидного типа, порождающий сепаратрису, две области дистилляции и область двухфазного расслаивания закрытого типа.

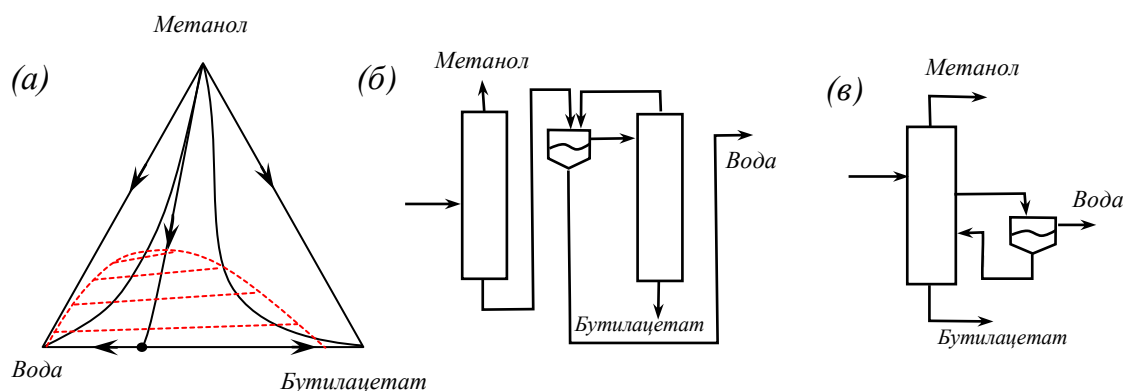


Рисунок 1. Диаграмма фазового равновесия системы метанол –  
бутилацетат – вода при 101,325 кПа и 20 °С и схемы ее разделения

На рисунке приведены схемы разделения рассматриваемой тройной смеси (исходный состав смеси – эквимолярный, 1 кмоль/ч). Одна схема представляет собой одиночную колонну и комплекс, включающий сепаратор и колонну; вторая схема – сложную колонну с выносным сепаратором. Водный слой бинарной системы бутилацетат – вода содержит практически чистую воду (99,9 % мол.), т.е. может выступать самостоятельным продуктовым потоком.

Для каждой схемы проведен расчет материального баланса, а также подобраны параметры работы колонн (таблица). Критерием выбора оптимальных параметров были минимальные энергозатраты при условии соответствия чистоты получаемых продуктов ГОСТ.

**Таблица. Параметры работы ректификационных колонн схем разделения смеси метанол – бутилацетат – вода**

Аппарат	N	N <sub>F</sub>	R	D,	W,	X <sub>D</sub> ,	X <sub>w</sub> ,
				кмоль/ч	кмоль/ч	мол, доли	мол, доли
<b>Случай (б) (ΣQ = 23,15 кВт)</b>							
1	39	10	5	0,34	0,66	0,9950	0,0026
						0,0045	0,4977
						0,0005	0,4997
2	3	2	0,01	0,0463	0,33	0,0150	0,0003
						0,5623	0,0022
						0,4227	0,9975
<i>Соотношение потоков, покидающих сепаратор, – 1,14 ( орг. слой / водный слой)</i>							
<b>Случай (в) (ΣQ = 17,52 кВт)</b>							
1	25	10	4,0	0,34	0,33	0,9950	0
	<i>Тарелка отбора среднего потока – 16;</i>					0,0010	0,9999
	<i>подача слоя, обогащенного БА – 22</i>					0,0040	0,0001
<i>Соотношение потоков, покидающих сепаратор, – 1,52 ( орг. слой / водный слой)</i>							

Примечание: компоненты указаны в следующей последовательности: метанол, бутилацетат, вода; все колонны работают при атмосферном давлении, температура во флорентийском сосуде – 20°C

Приведенный расчет показал, что использование колонны с выносным сепаратором выгоднее как с точки зрения энергетических (снижение энергозатрат более чем на 20% по сравнению с классической схемой разделения), так и капитальных затрат (ниже суммарное число ступеней разделения).

1. Ciric A.R., Mumtaz, H.S., Corbett, G., etc. Azeotropic distillation with an internal decanter, *Comput. Chem. Eng.*, 2000, **24**(11), 2435-2446.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПО РАЗРАБОТКЕ НОВОГО ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА ИЗ ОКИСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ РУД

**Хасанов М.Ш., Садыхов Г.Б., Заблоцкая Ю.В., Гончаров К.В.,  
Анисонян К.Г., Олюнина Т.В.**

*ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова Российской академии наук», 119334, Россия, г. Москва,  
Ленинский пр-кт, 49;  
[khasanov.m.sh@mail.ru](mailto:khasanov.m.sh@mail.ru)*

Ключевые слова: окисленная никелевая руда, обжиг, выщелачивание.

Одним из основных сырьевых источников никеля являются окисленные никелевые руды (ОНР), мировые запасы никеля в которых составляют 160 млн тонн. В зависимости от содержания рудных компонентов, различают железистые и силикатные типы ОНР. На долю железистых руд приходится около 70% от общих мировых запасов. В железистых ОНР содержание никеля изменяется в пределах от 1,0% до 1,5%, а кобальта – 0,05-0,2% [1].

Для промышленной переработки железистых ОНР применяют сернокислотное автоклавное выщелачивание и аммиачно-карбонатное выщелачивание после предварительного восстановительного обжига руды. Однако существующие технологии являются малоэффективными, в связи с чем в ИМЕТ РАН проводятся исследования по разработке нового комбинированного способа извлечения никеля и кобальта из железистых ОНР по схеме восстановление-выщелачивание [2].

Термодинамическое моделирование позволило определить зависимость фазового состава продуктов восстановления от температуры обжига и установить оптимальный температурный диапазон процесса. Продукты обжига выщелачивались слабокислыми растворами при разных температурах для перевода никеля и кобальта в раствор при минимальном расходе кислоты. Было показано, что в определенных условиях можно достичь 85-90% степени извлечения никеля и 75-80% кобальта.

1. Резник И.Д. Никель, Том 2./ И.Д. Резник, Г.П. Ермаков, Я.М. Шнеерсон. – М.: ООО «Наука и технологии», 2000. 467 с.

2. Садыхов Г.Б. и др. Комплексные подходы к повышению эффективности использования окисленных никелевых руд // Сб. тез. Докладов V Международной конф. ХТ16 (Волгоград, 16-20 мая 2016 г.): Волгоград: ВолГТУ. 2016. Т.2. С. 313-315.



## СОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЗМ ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ СУЛЬФОКАТИОНИТАМИ

**Чинь Нгуен Куинь, Конькова Т.В., Шурлова А.А.,  
Нгуен Тхи Ван Ань**

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
125480, Россия, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д.20;  
[kontat@list.ru](mailto:kontat@list.ru)*

Ключевые слова: сорбция, РЗМ, фосфорная кислота, сульфокатиониты

Апатит являются одним из источников редкоземельных металлов (РЗМ), однако, виду малого их содержания прямое извлечение из апатита нерентабельно. Более экономична комплексная переработка фосфатного сырья с попутным извлечением РЗМ из экстракционной фосфорной кислоты. Сорбционная очистка фосфорной кислоты от примесей с извлечением РЗМ является перспективным и малоизученным способом, что и обуславливает актуальность данного исследования.

В настоящей работе сорбционное извлечение РЗМ изучали на примере лантана из модельного раствора фосфорной кислоты с концентрацией 26 мас.% по  $P_2O_5$ , характерной для неупаренной экстракционной фосфорной кислоты, сульфокатионными обменными смолами: микропористой (гелевой) КУ-2 и макропористой МТС1600 в  $H^+$ ,  $NH_4^+$  и  $Na^+$  формах. Наряду с лантаном в модельном растворе присутствовали основные конкурирующие примеси - трехвалентные катионы железа и алюминия. Сорбцию проводили в статических условиях.

Исследования показали, при одинаковом составе органической матрицы ионообменных смол (полистирол, сшитый дивинилбензолом) и наличии сульфоновых функциональных групп, а также величины сорбционной емкости, заявленной производителем, макропористый катионит МТС1600 обладает лучшими сорбционными свойствами по отношению к РЗМ по сравнению с микропористым катионитом КУ-2. Кроме того, сорбция лантана из фосфорной кислоты на КУ-2 чувствительна к форме смолы, максимальный эффект 70% достигнут с помощью аммониевой формы. В то время как, степень извлечения лантана с помощью МТС1600 составила 95% независимо от обменной формы смолы, что делает ее более перспективной не только с точки зрения извлечения РЗМ из экстракционной фосфорной кислоты, но и выбора реагента для десорбции РЗМ из фазы катионита.

# СИНТЕЗ 2,3,5-ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРРОЛОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ТЕРМИНАЛЬНЫХ АЦЕТИЛЕНОВ С EtAlCl<sub>2</sub> И НИТРИЛАМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАТАЛИЗАТОРА Cp<sub>2</sub>TiCl<sub>2</sub>

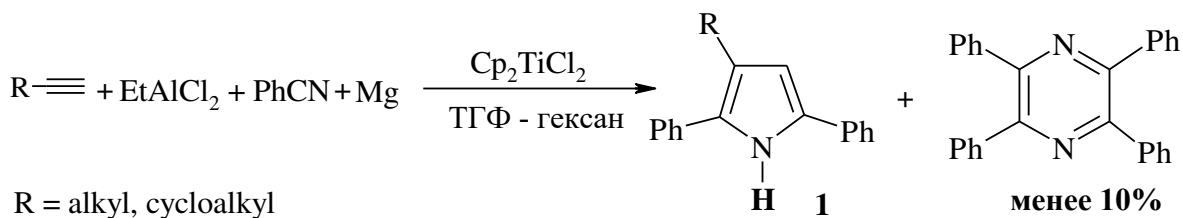
Шайбакова М.Г., Хафизова Л.О., Джемилев У.М.

*Институт нефтехимии и катализа РАН,  
450075, г. Уфа, проспект Октября, 141;  
[shaibakovamg@mail.ru](mailto:shaibakovamg@mail.ru)*

Ключевые слова: нитрилы, ацетилены, пирролы, металлокомплексный катализ

Гетероциклические соединения, в частности пирролы, были и остаются важной областью исследования, притягивающей интерес большого количества ученых. Как известно, пиррол является родоначальником обширного класса соединений, относящихся к порфиринам – это гемоглобин, хлорофилл, билирубин (красящее вещество желчи), витамин В12, алкалоиды и т.п., участвующих в фиксации солнечной энергии, процессах переноса кислорода и других жизнеобеспечивающих реакциях.

Недавно нами было установлено, что при взаимодействии терминальных ацетиленов (гекс-1-ин, гепт-1-ин, дец-5-ин, фенилацетилен, циклопропилацетилен, циклопентилацетилен) с бензонитрилом в присутствии EtAlCl<sub>2</sub>, металлического Mg (акцептор ионов галогена) и катализатора Cp<sub>2</sub>TiCl<sub>2</sub> в условиях (RC≡CH : PhCN : EtAlCl<sub>2</sub> : Mg : Cp<sub>2</sub>TiCl<sub>2</sub> : BF<sub>3</sub>·Et<sub>2</sub>O = 10 : 20 : 25 : 12 : 1 : 1), ТГФ-гексан, 20-22 °С, 8 ч) происходит образование 2,5-дифенил-3-алкил(циклооктил)пирролов **1** (схема 1) [1,2].

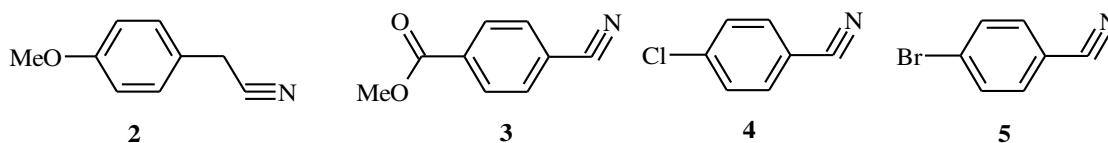


Общий выход 72 - 85%

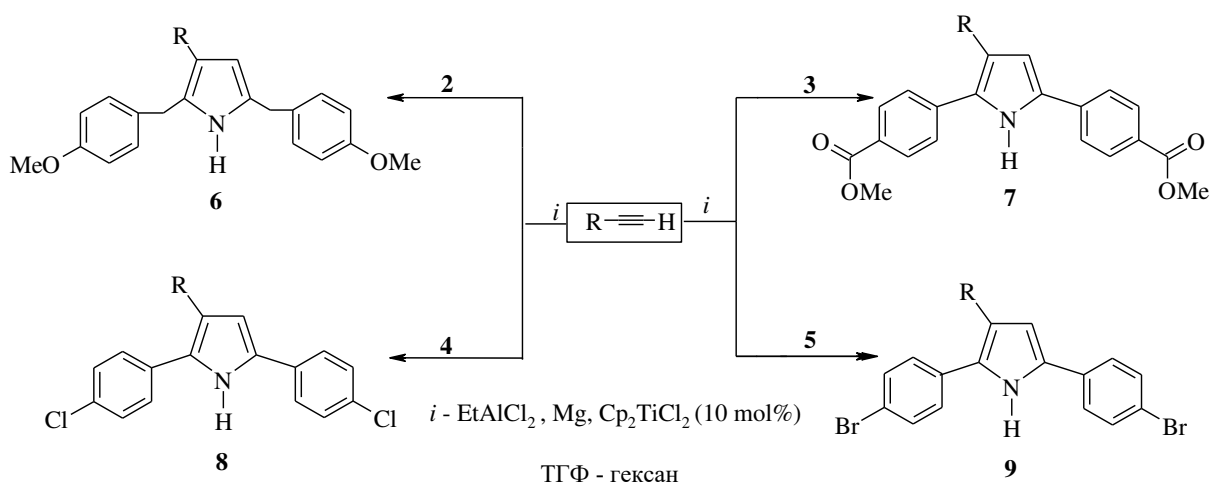
Схема 1

В продолжение исследования указанной выше реакции, а также с целью расширения области приложения этого метода и исследования влияния структуры исходных нитрилов на выход образующихся

замещенных пирролов мы выбрали ряд ароматических нитрилов **2–5** и вовлекли их в упомянутую выше реакцию.



Установлено, что при взаимодействии терминальных ацетиленов с  $\text{EtAlCl}_2$  и ароматическими нитрилами **2–5** в разработанных ранее условиях [1, 2] образуются соответствующие замещенные пирролы **6–9** с выходами 58–75% (схема 2).



**Схема 2**

Таким образом, нами разработан эффективный способ получения 2,3,5-замещенных пирролов реакцией терминальных ацетиленов с  $\text{EtAlCl}_2$  и ароматическими нитрилами в присутствии металлического магния и катализатора  $\text{Cp}_2\text{TiCl}_2$ .

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье проект 17-43-020676.*

1. Rikhter N.A., Shaibakova M.G., Khafizova L.O., Dzhemilev U.M., X Международная конференция молодых учёных по химии «Менделеев-2017». с. 266. (4-7 апреля 2017 г). Санкт-Петербург.

2. Л.О.Хафизова, М.Г.Шайбакова. Н.А.Рихтер, Т.В. Тюмкина, У.М.Джемилев. Способ получения 3-алкил(фенил)-2,5-дифенил-1*H*-пирролов. Заявка № 2017124503. (полож. реш.от 06.09.17).

# РЕГУЛИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА КЕРАМИКИ В СИСТЕМЕ СИЛИКАТ ЦИРКОНИЯ – ДИОКСИД ЦИРКОНИЯ

**Шарафеев Ш.М., Погребенков В.М.**

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, Россия, г. Томск, Ленина пр., 30; [sms4@tpu.ru](mailto:sms4@tpu.ru)*

Ключевые слова: гидродифторид аммония, циркон, диоксид циркония, керамика.

Интерес к тонкой технической керамике на основе силиката циркония обусловлен высокими эксплуатационными свойствами фазы циркона [1-3]. Повышение относительно низких механических свойств данной керамики возможно за счет армирования ее диоксидом циркония различных кристаллических модификаций.

Керамику системы  $ZrSiO_4 - ZrO_2$  получают с помощью золь-гель методов [4] или синтезом из оксидов [5], недостатками данных методов являются их дороговизна и сложность. Альтернативой данным методам является использование в качестве исходного материала плазмодиссоциированного природного циркона (ПДЦ). Регулирование фазового состава керамических материалов возможно путем удаления части оксида кремния при фтораммонийной обработке исходного материала с помощью гидродифторида аммония (ГДФА).

Установлено, что при действии ГДФА на ПДЦ происходит преимущественное образование гексафторосиликата аммония, сублимация которого при температуре 350 – 400 °С обеспечивает обескремнивание системы. Содержание фазы диоксида циркония в обожженных материалах закономерно увеличивается по мере увеличения массовой доли ГДФА в исходной шихте.

Образование фазы тетрафторида циркония после сублимационной очистки системы, а также значительная деструкция кристаллических зерен ПДЦ при действии на него ГДФА приводит к интенсификации процессов спекания материала, а также способствует образованию фазы силиката циркония.

1. Shi Y., Huang X., Ruan M., Yan D. Matter. Lett., 1995, 23, 247-252.
2. Shi Y., Huang X., Yan D. Matter. Lett., 1998, 35, 161-165.
3. Анциферов В.Н., Кульметьева В.Б., Порозова С.Е. и др. Тугопл. керам. и комп. мат., 2009, 3, 36-40.
4. Tartaj P., Serna C.J., Moya J.S. et al. J. Mater. Sci., 1996, 31, 6089-6094.
5. Spearing D.R., Huang Y. J. Am. Ceram. Soc., 1998, 81 (7), 1964-1966.

# КРИВЫЕ ПЛАВКОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИЛИКАТНЫХ СИСТЕМ

**Шеховцов В.В., Волокитин О.Г.**

*ТГАСУ «Томский государственный архитектурно-строительный университет», 634003, Россия, г. Томск, ул. Соляная, 2;  
[Shehovcov2010@yandex.ru](mailto:Shehovcov2010@yandex.ru)*

В процессе плавления силикатных систем происходит ряд многообразных физико-химических и фазовых превращений, интенсификация которых возрастает с увеличением температур [1]. Исследование указанных превращений, а также определение особенностей поведения силикатных систем с учетом их химического состава целесообразно проводить с использованием диаграммы состояния и кривых плавкости, отражающих количество и состав жидкой фазы при изменении температуры [2]. Для предварительной оценки процесса плавления сырьевых компонентов были построены кривые плавкости с использованием диаграммы состояния системы  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ . В качестве исходного материала для получения высокотемпературных силикатных расплавов использовались продукты сжигания горючих сланцев провинции Далянь (Китай). Химический состав указанных сырьевых материалов представлен в табл.1.

Таблица 1. Химический состав сырьевых материалов до плазменного нагрева

Сырьевые материалы	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	Δm <sub>пр</sub>	M <sub>к</sub>
Продукты сжигания сланцев	61,5	23,3	7,9	1,6	1,2	1,3	2,9	29,6

Объектом исследований стали отходы после сжигания горючих сланцев, температура плавления которых около 1700 °С [3]. Результаты химического анализа продуктов сжигания горючих сланцев дают возможность предположить, что они могут быть использованы для получения высокотемпературного силикатного расплава.

Анализ процессов образования расплава продуктов сжигания сланцев с учетом фактического химического состава показал, что относительно небольшое количество первичного расплава образуется при температуре 1170 °С – 6,4%. Данные процессы являются неравновесными и отражают плавление материалов традиционными методом при технических скоростях нагрева. Плавление следующей эвтектики, имеющей в своем составе 38% SiO<sub>2</sub> и 62% FeO происходит при температуре 1178 °С с образованием 10,92% эвтектического

расплава. Далее образование расплава происходит за счет связывания  $MgO$  и  $SiO_2$ , при температуре  $1355\text{ }^\circ\text{C}$  суммарное количество расплава –  $22,76\%$ . При дальнейшем повышении температуры расплав образуется не за счет плавления эвтектик, а путем растворения оксидов кремния и алюминия и при температуре  $1600\text{ }^\circ\text{C}$  продукт сжигания горючих сланцев полностью расплавится.

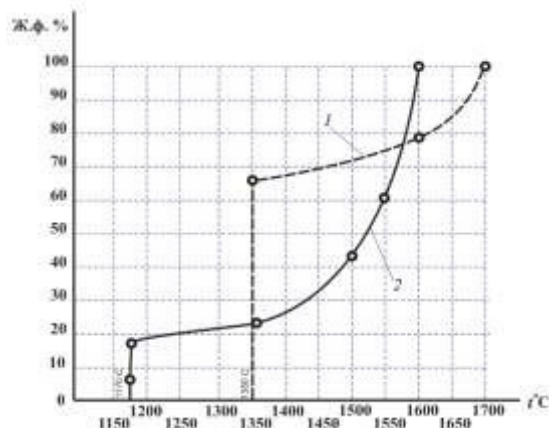


Рисунок 1 – Кривые плавкости продуктов сжигания сланцев:

- 1 – равновесная зависимость в системе  $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ ; 2 – неравновесная зависимость для фактического химического состава

Анализ кривых плавкости (рис. 1) показал, что температура начала образования расплава продукта сжигания сланцев не превышает  $1350\text{ }^\circ\text{C}$ . При этом количество первичного расплава  $6,4\%$  в реальной системе образуется при  $1170\text{ }^\circ\text{C}$ , а в модельной при  $1350\text{ }^\circ\text{C}$  образуется  $66\%$  расплава. Образование  $100\%$ -го расплава продукта сжигания сланцев в модельной системе происходит при температуре  $1700\text{ }^\circ\text{C}$ , однако с учетом реального химического состава продукт сжигания сланцев полностью расплавится при температуре  $1600\text{ }^\circ\text{C}$ .

Таким образом, на основании проделанного анализа были получены расчетные данные отражающие особенности получения расплава из исследуемых материалов с учетом их реального химического состава при медленных скоростях нагрева. Проведено сравнение по диаграммам состояния равновесных процессов образования расплава и многокомпонентных систем реального химического состава. Установлено что при медленных скоростях нагрева, как в реальной так и в модельной системах увеличение жидкой фазы осуществляется за счет плавления эвтектик и далее за счет растворения тугоплавких компонентов.

1. Килимник А.Б. Физическая химия: учебное пособие / А.Б. Килимник. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 108 с.

2. Волокитин О.Г., Шеховцов В.В. Процессы получения силикатных расплавов и материалов на их основе в низкотемпературной плазме // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (60). С. 144-148.

3. Пещенко А.Д. Горючие сланцы Беларуси: ресурсы и перспективы использования / А.Д. Пещенко, Д.И. Мычко // Хімія: праблемы выкладання. – 2011. – № 8.

# ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ ДОПИРОВАННЫХ Gd НАНОСТРУКТУР ZnO ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДА

**Шульга А.,<sup>1</sup> Бутусов Л.А.,<sup>1,2</sup> Хайруллина И.А.,<sup>1</sup> Чудинова Г.К.,<sup>2,3</sup>  
Шешко Т.Ф.,<sup>1</sup> Курилкин В.В.<sup>1</sup>, Наговицын И.А.<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup>*Российский университет дружбы народов, 117198, Россия, г.Москва,  
Миклухо-Маклая, 6;*

<sup>2</sup>*Центр естественно-научных исследований Института общей физики  
им. А.М. Прохорова РАН*

<sup>3</sup>*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

<sup>4</sup>*Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН*

[aleksandra-box@mail.ru](mailto:aleksandra-box@mail.ru)

Ключевые слова: оксид цинка, наноструктуры, фотолюминисценция

В современном мире важно наблюдать состояние окружающей среды. Следовательно, разработка новых перспективных методов анализа токсичных веществ сверх актуальна [1].

Токсичные характеристики формальдегида мало изучены тем самым привлекая внимание многих ученых [2]. Основными источниками выброса фенола и формальдегида в быту являются смолы, используемые для изготовления строительных материалов. Ежегодно во всем мире производится около 10 миллионов тонн формальдегида [3]. Для обнаружения формальдегида чаще всего используют колориметрический метод. Более того, большинство методов получения формальдегида не являются селективными, причем как реагенты, так и продукты реакции столь же вредны для окружающей среды, как и сам формальдегид. Таким образом, новые аналитические достижения направлены на разработку биосенсорного подхода для обнаружения содержания формальдегида в различных образцах.

В данной работе были синтезированы наноструктуры оксида цинка, допированного гадолинием в широком диапазоне концентраций лантаноида (от 0,1% до 9% в массовом соотношении) для определения фенолформальдегида в малых концентрациях.

Отмечается усиление фотолюминисценции (ФЛ) фенолформальдегида (ФФ), абсорбированного на допированных гадолинием наноструктурах оксида цинка при уменьшении концентрации аналита (Рис.1).



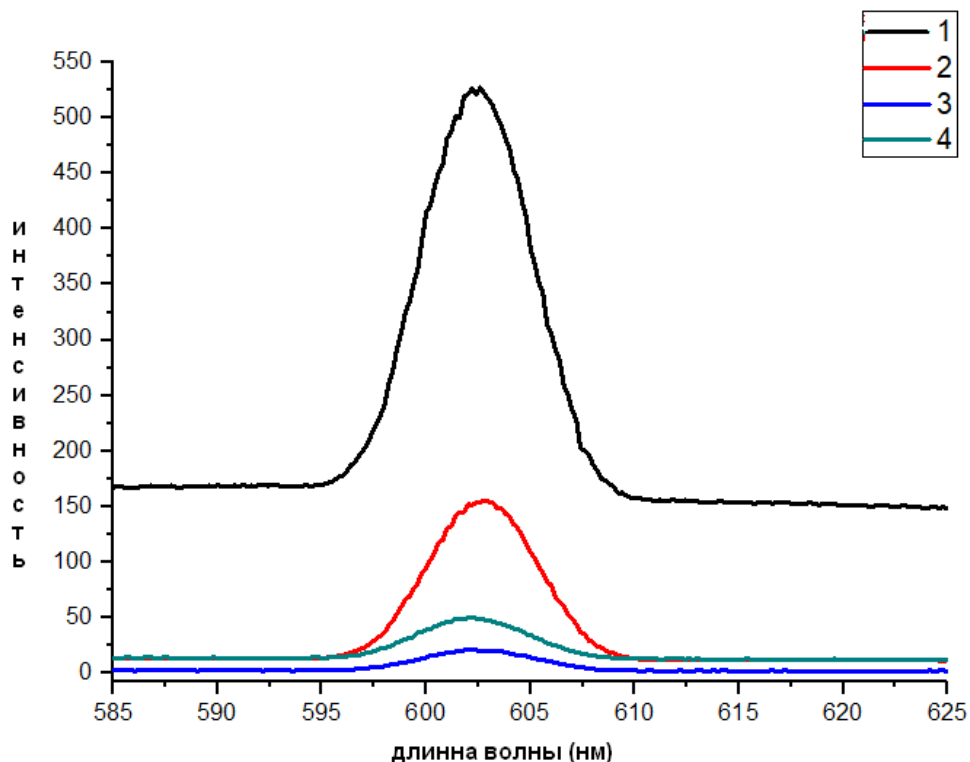


Рис. 1 Спектр флуоресценции ( $\lambda_{ex}=400\text{nm}$ ) пленки фенолформальдегида на поверхности: 1) ZnO  $C(\text{фф})=1\cdot 10^{-6}$ , 2) ZnO  $C(\text{фф})=1\cdot 10^{-9}$ , 3) ZnO-Gd 7%  $C(\text{фф})=1\cdot 10^{-6}$ , 4) Gd 7%  $C(\text{фф})=1\cdot 10^{-9}$

При уменьшении концентрации ФФ на 3 порядка наблюдается падение интенсивности аналита более чем в 3 раза на чистых наноструктурах оксида цинка, в то время как на допированных ФЛ возрастает в 2,5 раза.

Полученные наноструктуры могут быть применены в качестве элементов сенсорных устройств для нужд экологической экспертизы в случаях необходимости измерения сверхмалых ( $<10^{-9}$ ) токсикантов доступным флуоресцентным методом анализа.

1. Nikitina O., Shleev S., Gayda G., Demkiv O., Gonchar M., Gorton L., Csoregi E., Nistor M. Bi-enzyme biosensor based on NAD<sup>+</sup>- and glutathione-dependent recombinant formaldehyde dehydrogenase and diaphorase for formaldehyde assay // Sensors and Actuators. -2007. -125. -P. 1-9.

2. Kawamura K., Kerman K., Fujihara M., Nagatani N., Hashiba T., Tamiya E. Development of a novel hand-held formaldehyde gas sensor for the rapid detection of sick building syndrome // Sensors and Actuators. 2005. -105. -P. 495-501.

3. Herschkovitz Y., Eshkenazi I., Campbell C.E., Rishpon J. An electrochemical biosensor for formaldehyde // J. Electroanal. Chem. -2000. -491. -P. 182-187.



## ПОЛУЧЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ

Эндюськин В.П., Горбушкина А.Н.\*,  
Константинова Т.Г., Мухортова Л.И.

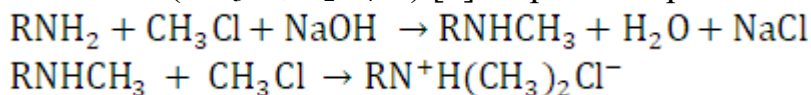
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
mlimait@rambler.ru

\*ПАО «Химпром», 429952, Россия, г. Новочебоксарск,  
ул. Промышленная, 101

Ключевые слова: четвертичные аммониевые соли, алкилирование

Четвертичные аммониевые соли (ЧАС) применяются в качестве катионных поверхностно-активных веществ, дезинфицирующих средств, ингибиторов кислотной коррозии и ускорителя вулканизации в резиновых смесях [1].

ЧАС получают алкилированием первичных аминов первичными хлоралканами ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$ ) [2]. Процесс протекает в две стадии:



Синтез гидрохлорида третичного амина осуществляли в лабораторном автоклаве, при температуре 100-150 °С и давлении 0,5-0,7 МПа в течении 5 часов в водной среде.

Подачу хлоралкана осуществляли порционно в два этапа. После выдержки реакционная масса представляла собой прозрачную жидкость коричневого цвета.

О ходе реакции судили по содержанию хлор-ионов в конечной массе методом титрования раствором нитрата ртути в присутствии индикатора фенилкарбазона. На первой стадии установлено, что максимальная степень конверсии первичного амина достигается при температуре 140-150 °С. Минимальный выход хлорида натрия, который может вызвать осложнения при применении ЧАС, получен при мольном соотношении  $\text{RNH}_2 : \text{NaOH}$  равном 1:1.

ЧАС, полученные при алкилировании первичных аминов, обладают высокой способностью к пенообразованию. Образец испытан в качестве ингибитора кислотной коррозии. Получен положительный результат.

1. Поверхностно-активные вещества. Справочник // Абрамзон А.А., Бочаров В.В., Гаевой Г.М. и др. – Л.: Химия, 1979. - 376 с

2. Николаев В.П. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств / В.П. Николаев, Н.А. Козлов, С.Н. Петрова. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 116 с.

## **СЕКЦИЯ 5**

*Химико-технологическое и  
экологическое образование*

# РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЁТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ»

**Виноградова С.С., Додонова А.А., Тазиева Р.Ф.**

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Россия, г Казань, ул.Карла Маркса, 68;  
[Gella.medison@mail.ru](mailto:Gella.medison@mail.ru)*

Ключевые слова: электронное пособие, диагностика, катодная защита, анодная защита технологии.

Основное преимущество электронных учебных пособий – интерактивность, т.к. они позволяют, помимо текста, предоставлять возможность открывать аудиофайлы, видеоролики, копии различных документов, перекрестные материалы из других пособий и энциклопедий [1]. Появляется возможность работать с каждым студентом индивидуально со своего планшета или другого гаджета, комментировать работу, давать и проверять задания. Электронные учебные пособия подходит абсолютно для любой формы обучения.

Курс «Инженерные расчёты систем электрохимической защиты», достаточно сложен для понимания и требует большого внимания со стороны обучающегося. В разработанном учебном пособии созданы разделы с прикрепленными к ним видеоматериалами, тестовыми заданиями и задачами разных сложностей, которые дают возможность объективной количественной оценки скорости коррозии не только существующих, но и проектируемых металлических сооружений [2]. Так же электронное учебное пособие, содержит доступное описание расчетных методов [3] и структурированные варианты нормативно-технической документации, которое должно обеспечить студентам понимание сути коррозионных расчетов и логики построения нормативно-технической документации [4,5].

1. Зайнутдинова, Л. Х. Создание и применение электронных учебников (например общетехнических дисциплин). – Астрахань: Изд-во «ЦНТЭП», 1999. –364с.
2. Кашлев, С.С. Интерактивные методы обучения. Учебно-методическое пособие.– Минск: ТетраСистемс, - 2013. – 224 с.
3. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.: Металлургия, 1976.-472 с.
4. Новоселов В.Ф.. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров. М.: Недра, 1978. -199 с.
5. Ткаченко В.Н. Методы расчета и проектирования электрохимической защиты трубопроводных сетей от подземной коррозии /М.: ВНИИОЭНГ. Деп.6.04.88. №1532-НГ-137 с.

# РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕЙМИФИКАЦИИ, РАЗМЕЩЕННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE

**Щербаков И.А., Виноградова С.С., Алексеева А.М.**

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Россия, г Казань, ул.Карла Маркса, 68;  
[igor09\\_91@mail.ru](mailto:igor09_91@mail.ru)*

Ключевые слова: геймификация, Moodle, дистанционное обучение

В образовании есть две абсолютно противоположные цели: создать дружелюбную обучающую среду, в которой студенты не боятся совершить ошибку; и создать стандартизированную систему объективной оценки успеваемости студента. Эти две цели постоянно конфликтуют, т.к. принцип «всё или ничего» работает на экзаменах и аттестациях. Технологии помогут этим оценочным мероприятиям стать менее стрессовым фактором, стать более управляемыми и более цикличными [1]. Геймификация заключается в применении игровых элементов в неигровой среде. Геймификация образования, в нашем случае дистанционного обучения, - это не создание образовательных видеоигр, это формирование сообщества, участники которого помогают друг другу, соревнуются друг с другом и мотивируют друг друга. Целью геймификации образования является создание такой системы, в которой успешность игры участника зависит от его навыков и знаний, которые можно перенести в реальный мир [2]. Одной из самых популярных платформ дистанционного обучения является «Электронная система управления обучением Moodle». Она представляет из себя инструментальную среду для разработки электронных курсов, которая позволяет создать единое учебное пространство для слушателей и преподавателей курсов. Данная система по своим функциональным возможностям, простоте освоения и удобству использования удовлетворяет большинству требований, предъявляемых пользователями к системам электронного обучения [2,3].

1. Варенина Л.П., Геймификация в образовании. Образование и педагогические науки, Москва, - 2014. – с. 314 -316.
2. Быковицкая Н.Д., Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Краткое руководство слушателя, ГУЭИФ, Санкт – Петербург, - 2011. – 32 с.
3. Жук Н.П., Курс теории коррозии и защиты металлов, Металлургия, Москва, - 1976. – 472 с.

## О ТОКСИЧНОСТИ МЭП «СУВАР»

**Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А.**

*ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н.  
Ульянова», 428015, Россия, г. Чебоксары, Московский пр., 15;  
[eiz@mail.ru](mailto:eiz@mail.ru)*

Ключевые слова: микроэлементный препарат «Сувар»,  
«Полисоли микроэлементов», ЛД<sub>50</sub>

Основным направлением наших исследований является продолжение разработки технологии получения способом осаждения и режимов кормления микроэлементного препарата (МЭП) «Сувар», изучение его физико-химических, токсикологических и биологических свойств. Имеются некоторые сообщения о применении препарата на с/х животных и птицах в сравнении с известными «Полисолями микроэлементов», содержащие сернокислые соли. Проведены исследования по изучению токсикологических и биологических свойств МЭП «Сувар» установлено, что ЛД<sub>50</sub> для крыс составила 4950 мг/кг, для кроликов – 5800 мг/кг, коэффициент кумуляции для белых беспородных крыс 8, степень кумуляции 0,02. Препарат «Сувар» не обладает кумулятивным и кожно-резорбтивными свойствами и можно отнести к малотоксичным веществам. Для соединений железа (хлориды) ЛД<sub>50</sub> для крыс составила 900 мг/кг массы, для кроликов – 890 мг/кг; для сульфатов ЛД<sub>50</sub> – 1389-2778 мг/кг для крыс, ЛД<sub>50</sub> – 2778 мг/кг для кроликов. Сернокислые соли агрессивны и вызывают резкие изменения рН среды в премиксе. Большое внимание при выборе соединений микроэлементов для премиксов необходимо обращать на их пригодность и усвояемость организмом животных и птицы. Показано, что такие жизненно важные металлы как железо, медь, цинк, кобальт, марганец лучше усваиваются организмом животных в виде органических соединений. Замена сернокислых солей микроэлементов в премиксе на абиетаты металлов способствует увеличению прироста массы тела птиц и свиней в оптимальной дозе 50 мг/кг на 15,8%, 8,8-13,0% соответственно. Более высокую эффективность МЭП можно объяснить лучшей усвояемостью микроэлементов из органических соединений и нами была предложена активная природная экологически чистая абиетиновая кислота, входящая в состав смоляных кислот, терпеноидов. Преимуществом МЭП «Сувар» является природное происхождение, малая токсичность, возможность длительного применения без существенных побочных явлений, комплексность действия, что обеспечивает разносторонний

физиологический эффект, энергию роста, продуктивность и сохранность животных и птиц. В плане экологического образования в СКБ «Сувар» совместно со студентами 1-2 курсов успешно проводятся синтезы МЭП с использованием девятиводного метасиликата натрия (вместо едкого натра и соды), при этом получали конечный продукт высокого качества.

1. Тремасов П.И., Заживихина Е.И., Маркова С.А., Ситулина И.Г., Киселев И.М. Применение некоторых абиегатов металлов для повышения продуктивности в сельском хозяйстве // Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 1997. –С.229-231.

2. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Смирнова С.Н., Сошитов К.С. Патент РФ № 2128926 // Бюл. №11 от 20.04.99.

3. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Применение биологически активных веществ на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // Химико-лесной комплекс – научное кадровое обеспечение в XXI веке. Проблемы и решения. Международная науч.-практич. конференция. Сборник статей по материалам конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2000. –С. 287-289.

4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Биологическая роль препарата «Сувар» для крупного рогатого скота // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Материалы 3-ей Российской биогеохимической школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000. – Новосибирск. – С.252.

5. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Папуниди К.Х. Влияние препарата «Сувар» на минеральный обмен у телят // XVIII съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: Тез. докл. – Казань; М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. –С 339.

6. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Комплексное применение препарата «Сувар» с дезинфицирующим препаратом «Бальзам-ЭКБ» // Семейная медицина в современных условиях: Материалы научно-практической конференции Приволжского федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. –С. 213-214.

7. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Изучение биологической роли препарата «Сувар» на телятах // Семейная медицина в современных условиях: Материалы научно-практической конференции Приволжского Федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. –С. 212-213.

8. Илларионов И.Е. Способ выращивания растений / Свешников В.В., Федоров П.И., Федоров А.Ф., Иванов В.М., Иванов Г.И. // Патент РФ №2217915. Бюл. №34 от 26.02.2002.

9. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Основные лесохимические продукты, используемые для МЭП // Наука в XXI веке: Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции по химии. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. -С. 84-85.

10. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Усовершенствованный способ получения микроэлементного препарата «Сувар» на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ 2005: Матеріали Міжнародної науково-прктичної конференції «Наука та інновації – 2005. Том 2. Біологія, хімія та хімічні технології. Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2005. –С. 65-67.

## ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА ПРОПАНОМ

**Мельникова Е.В., Зотов Ю.Л.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Россия, 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д.28; [katerina.melnikova.1994@bk.ru](mailto:katerina.melnikova.1994@bk.ru)*

Ключевые слова: деасфальтизация, гудрон, регенерация, энергозатраты.

Деасфальтизация – процесс извлечения из гудрона асфальто-смолистых соединений, а также полициклических ароматических углеводородов с целью улучшения качества масляных фракций. Целевым продуктом процесса является деасфальтизат, который является сырьем для выработки остаточных масел, побочный продукт – асфальт, который нашел широкое применение в коксо-битумном производстве. В качестве растворителя используют пропан 95-96% чистоты. Пропан является наиболее доступным растворителем, который легко регенерируется по существующей технологии отгонкой.

Процесс деасфальтизации включает в себя несколько блоков: блок экстракции, блок регенерации раствора деасфальтизата и блок регенерации раствора асфальта.

Блок регенерации раствора деасфальтизата достаточно энергоемкий, так как потребляется большое количество водяного пара и оборотной воды за счет использования испарителей. Оборудование характеризуется значительной металлоемкостью.

На сегодняшний день является актуальным поиск вариантов устранения отмеченных недостатков.

В качестве решения данной проблемы предлагается перевод блока регенерации растворителя на сверхкритический режим (давление 5МПа, температура 120°C) [1].

При использовании сверхкритического сепаратора количество деасфальтизата в регенерированном растворителе не превышает 0,5% , а содержание растворителя в деасфальтизате не превышает 10-12%, увеличивается отбор деасфальтизата до 40-50%, снижение энергопотребления до 40%, упрощается технологическая схема процесса, следовательно, уменьшается металлоемкость оборудования.

[1] Пат. 2326154 Российская Федерация, МПК C10G21/14. Способ деасфальтизации гудрона / В.А. Зоткин, В.В. Куцевалов, А.А. Никитин, В.В. Войдашевич, А.И. Фролов; заявитель и патентообладатель ОАО "Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез". - № 2006109606/04; заявл. 28.03.07; опубл. 10.06.08.

## ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ

**Питерсков М.А., Зотов Ю.Л.**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Россия, 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д. 28; [m.piterskov@gmail.com](mailto:m.piterskov@gmail.com)*

Ключевые слова: нефтепереработка, бензиновая фракция, риформинг, катализатор

Известно использование установок каталитического риформинга типа ПР-22-35-11/1000 производительностью 1 млн. т/год. По состоянию на текущий год на установках данного типа используется катализатор марки R-86 фирмы UOP (США), который позволяет получать риформат с октановым числом по исследовательскому методу 95-97 и обеспечивать 86% масс. выход катализата [1]. Опираясь на основные показатели стандарта ЕВРО 5 и ЕВРО 6 можно сделать вывод, что на ближайшие годы перед производителем стоит цель снижать содержание бензола в риформате до требуемого уровня. Эту задачу может решить использование на установке цеолитсодержащего катализатора H-ZSM-5 с силикатным модулем  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 50$  в количестве 99% мас. модифицированного кристаллогидратами молибдофосфата кобальта [2], который позволяет проводить гидрирование бензола в головной фракции риформата в циклогексан с частичной изомеризацией в метилциклопентан. По данным, полученным в ходе пилотного запуска установки [3] с использованием цеолитсодержащего катализатора H-ZSM-5, содержание бензола в продукте снижается на 0,2 % об. по сравнению с катализатором R-86.

Расчеты показывают, что использование рассмотренного катализатора на установке типа ПР-22-35-11/1000 позволит снизить температурный режим в реакторах риформинга с 460 – 500 °С до 380 – 420 °С, что приведет к уменьшению использования топлива в печах на 5%.

1. Питерсков М.А., Зотов Ю.Л. ВАРИАНТ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ// Вестник магистратуры – 2017. – № 12-9. – С. 1743-1743

2. Компания Sorbis Group [электронный ресурс] – Россия, режим доступа <http://sorbis-group.com>

3. Белый А.С., Смоликов М.Д., Кирьянов Д.И., Проскура А.Г., Удрас И.Е., Дуплякин В.К., Луговской А.И., Логинов С.А., Ващенко П.М. // Катализ в промышленности. 2013. № 6. С. 36-40



# ВАРИАНТ УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООКТАНОВОГО КОМПОНЕНТА БЕНЗИНОВ.

Цысарь Д.С., Зотов Ю.Л.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический  
университет» Россия, 400005, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, д. 28;  
[dima-cysar@mail.ru](mailto:dima-cysar@mail.ru)*

Ключевые слова: изомеризация, катализаторы линейки I-8, высокооктановый компонент, бензиновая фракция.

Процессы изомеризации являются основными в производстве высокооктановых компонентов бензинов, позволяющие получать моторные топлива без ограничений, налагаемых стандартам ЕВРО 5 и ЕВРО 6 [1]. Процесс каталитический. Предложен достаточно большой ассортимент катализаторов. На ряде нефтеперерабатывающих заводов в настоящее время используются катализаторы фирмы UOP. Одной из распространенных линеек катализаторов изомеризации фирмы UOP в настоящее время является линейка I-8 [2]. Вместе с изомеризацией парафинов катализаторы I-8 способствуют гидрированию бензола. Объемный выход изомеризата составляет более 99%. Октановое число изомеризата (по И.М.) составляет 83–86.

На ряде предприятий заканчивается срок службы загруженного катализатора I-82 и встает вопрос об использовании более перспективного катализатора I-84, который при меньшем содержании платины позволяет получить более высокие характеристики и меньшую насыпную плотность (от 10 до 20 %) [3].

В связи с наличием в действующем реакторе свободного объема возможно увеличение загрузки катализатора, что приведет к увеличению производительности при сохранении времени контакта. Например, если применить существующий реактор, при уменьшении насыпной плотности катализатора на 15% возможно увеличение производительности на 16%.

1. Касюк Ю. М., Дружинин О. А., Мельчаков Д. А. и др. Стратегия улучшения качества автомобильных бензинов в ОАО «Ачинский НПЗ ВНК» // Мир нефтепродуктов. – 2009. № 1. – С. 8–11.

2. Chris Anderle, Steve Metro. UOP Commercializes New Light Paraffin Isomerization Catalysts. Режим доступа <http://www.uop.com>

3. Нефтегазовое дело. Режим доступа: 2010 <http://www.ogbus.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ 1. Малоотходные и безотходные технологии.....</b>	<b>4</b>
ВЫДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ИНУЛИНА ИЗ ТОПИНАМБУРА	
Белова Т.В., Васильева С.Ю., Егоров П.А., Лялин Г.С., Насакин О.Е. ....	5
К ВОПРОСУ БЕЗОТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО РУТИЛА НА БАЗЕ ЛЕЙКОКСЕНОВЫХ ПЕСЧАНИКОВ ЯРЕГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
Заблоцкая Ю.В., Садыхов Г.Б. ....	7
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ	
Заживихина Е.И., Смирнова С.Н., Маркова С.А.....	8
КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ ФТОРИЗОПРОПАНА	
Котомкин А.В., Русакова Н.П., Чернова Е.М., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д.....	10
АНИОНИТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ АНИОННОГО ПАВ (НЕКАЛЯ)	
Куренкова О.В.....	11
ОДНОСТАДИЙНАЯ РЕАКЦИЯ КРАСНОГО ФОСФОРА, СЕРЫ, ХИРАЛЬНЫХ СПИРТОВ И АЗОТИСТЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	
Тимушев И.Д., Шильникова О.В., Низамов И.С., Низамов И.Д., Батыева Э.С., Черкасов Р.А. ....	12
МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ БЕЗОТХОДНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ	
Полубояров В.А., Коротаева З.А., Жданок А.А. ....	13
<b>СЕКЦИЯ 2. Промышленная экология.....</b>	<b>15</b>
ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ НА СНЕГОСВАЛКЕ Г. ЧЕБОКСАРЫ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ И ГЕОБОТАНИКИ	
Алексеева В.А., Яковлева О.В., Михайлова И.Н. ....	16
ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКЕЛЯ (II) В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ МАГНИИ И ГОРНОЙ ПОРОДЕ – КАРНАЛЛИТЕ	
Аскерова З.Г., Залов А.З., Мирзоева М.А., Эфендиева Н.Н., Астанова А.Д., Гахраманова С.Н. ....	17
ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Борисов Д.В., Кручина Е.Б., Макарова А.С., Федосеев А.Н.....	19
КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ В ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
Васильева Е.Г., Макарова А.С., Гончарова А.В. ....	21

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА	
Доан М.К., Ву Т.Х., Голованчиков А.Б. ....	23
РЕАГЕНТНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД	
Дремичева Е.С. ....	25
ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТОВ	
Жук Д.А., Систер В.Г., Тарчигина Н.Ф. ....	27
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОБАЛЬТА (II) С 4-ГИДРОКСИ-3-ТИОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ АМИНОФЕНОЛОВ	
Ибрагимова Ш.А., Гасимова Й.Дж., Магеррамов А.М., Вердизаде Н.А, Мамедова Ш.А. ....	28
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ РЕАКЦИЙ ПРОЦЕССА СУХОЙ ГОРЯЧЕЙ СЕРООЧИСТКИ СИНТЕЗ ГАЗА	
Каграманов Ю.А., Рыжков А.Ф., Осипов П.В., Тупоногов В.Г., Киктев Е.К. ....	30
ОПТИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ САЖИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА МАРКИ ТС-1	
Ксенофонтов С.И., Васильева О.В. ....	32
ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОМА (VI) В ПОЧВЕ И В СЕМЕНАХ ГОРОХА	
Магеррамов А.М., Вердизаде Н.А., Ширалиева С.М., Гасанова Н.С., Новрузова Н.А. ....	34
РАЗРАБОТКА ПОЛНОГО ЦИКЛА ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	
Майоров Е.В., Мисин В.М. ....	36
«ОТВЕТСТВЕННАЯ ЗАБОТА» ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
Макарова А.С., Федосеев А.Н. ....	38
ЭКСТРАКЦИОННОЕ И СОРБИЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ РАЗНОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСА ЖЕЛЕЗА(II) 2-ГИДРОКСИ-5- НИТРОТИОФЕНОЛОМ И О-КСИЛИДИНОМ	
Микаилова Х.Г., Бабаева Г.В., Мамедова Р.К., Искендерова К.О., Залов А.З. ....	40
СОСТОЯНИЕ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ИОННЫХ ФОРМАХ ВОЛОКНА ВИОН КН-1	
Перегудов Ю.С., Тимкова А.В., Обидов Б.А. ....	42
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ В СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОДАХ	

Саунина И.В., Грибанов Е.Н., Оскотская Э.Р.....	43
ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АЭРОЗОЛЯ ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ	
Ташкова К.Ю., Ксенофонтов С.И., Лепаев А.Н., Васильева О.В., Гурьянов А.А. ....	45
ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД С ТЕЛА ПОЛИГОНА ТКО	
Фокина М.С., Ермакова Л.С., Кудрявцева Ю.С. ....	47
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОИЗВОДСТВА ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ	
Ященко Н.Н., Житарь С.В. ....	49
<b>СЕКЦИЯ 3. Обращение с отходами.....</b>	
<b>КОМБИНИРОВАННЫЙ ОБЖИГ КРАСНОГО ШЛАМА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЧУГУНА И АЛЮМИНАТНОГО ШЛАКА</b>	
Анисонян К.Г., Копьев Д.Ю., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б.....	51
ВАРИАНТ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ	
Бабинцева М.В., Занозина И.И., Занозин И.Ю.....	52
КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ХЛОРООРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В УГЛЕРОДНЫЙ НИТЕВИДНЫЙ МАТЕРИАЛ	
Бауман Ю.И., Мишаков И.В., <sup>2</sup> , Ведягин А.А., Буянов Р.А. ....	54
ПОЛУЧЕНИЕ ГЕОПОЛИМЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	
Бердникова Л.К., Полубояров В.А., Коротаева З.А., Горбунов Ф.К.....	56
СИНТЕЗ 1,4-ДИГИДРОКСИ-2-НАФТОЙНОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТАЛЕВОГО АНГИДРИДА	
Васильева Т.В., Осипова М.П. ....	58
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОХЛОРИТА КАЛЬЦИЯ	
Ефимов Ю.Т., Филиппов В.М., Михайлюк А.А., Хваткин Н.В., Андреева И.Р., Чернобровина Е.П., Хитров Н.В. ....	59
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО ПОЛИМЕРНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН	
Костромина Н.В., Сербин С.А., Ивашкина В.Н. ....	60
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ Al <sup>3+</sup> ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМ ПРОДУКТОМ ИЗ РИСОВОЙ МУЧКИ	

Макаренко Н.В., Ковехова А.В., Арефьева О.Д., Ковалева Е.В., Земнухова Л.А. ....	62
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СВИНОКОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И НОВОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА	
Макаренков Д.А., Ключенкова М.И., Назаров В.И. ....	64
ПОЯВЛЕНИЕ МУТАНТНОЙ КУЛЬТУРЫ А. NIGER AM1, БОЛЕЕ АДАПТИРОВАННОЙ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ, ЧЕМ ПРЕДКОВАЯ КУЛЬТУРА	
Миндубаев А.З., Акосах Й.А., Бабынин Э.В., Яхваров Д.Г. ....	66
РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УТИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ	
Назаров В.И., Макаренков Д.А., Попов А.П., Ключенкова М.И. ....	68
ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА И УГЛЕГРАФИТОВЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	
Потапова Г.Ф., Клочихин В.Л., Путилов А.В., Смолянский А.С., Воронцов П.С. ....	70
УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОЛОТХОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	
Пригожева Д.С., Тарчигина Н.Ф. ....	72
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА – ПЫЛИ ОГНЕУПОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Рачкован Н.В., Тарчигина Н.Ф. ....	73
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРИМЕНЕНИЯ ЛАККАЗ БАЗИДИОМИЦЕТА <i>Trametes hirsuta</i> 072 ДЛЯ БИОДЕГРАДАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ЭСТРОГЕНОВ	
Савинова О.С., Васина Д.В., Сольев П.Н., Федорова Т.В., Тяжелова Т.В., Савинова Т.С. ....	74
ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ	
Смирнова Г.Е., Невмятулина Х.А. ....	76
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	
Стебенева В.И., Казьмина О.В. ....	78
ЛАК ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА	
Табаринов Р.А., Васильева С.Ю., Егоров П.А., Васильев В.В.,	

Насакин О.Е.....	79
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ПРОДЛЕНИЕМ СРОКА ИХ СЛУЖБЫ	
Титов А.В., Алексеев А.П. ....	81
НОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ АМИНОВ НА ОСНОВЕ ЦИАНОСОДЕРЖАЩИХ ПИРИДИНОВ	
Чунихин С.С., Ершов О.В. ....	82
<b>СЕКЦИЯ 4. Химическая технология органических и неорганических веществ .....</b>	<b>84</b>
ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНОМАГNETИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРЕМЯХА-ВЫРМЕС	
Садыхов Г.Б., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Ахмаджиди А.С. ....	85
ПРИМЕНЕНИЕ МИЦЕЛЛЯРНОГО КАТАЛИЗА В СИНТЕЗЕ ПОЛИСОПРЯЖЕННЫХ ЦИАНОСОДЕРЖАЩИХ АНИОНОВ	
Безгин Д.А., Бардасов И.Н. ....	87
ОБ ЭЛЮЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В ЭКСКЛЮЗИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	
Боймирзаев А.С., Хабибуллаев Ж.А., Режаббаев М.Л. ....	88
ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ НЕГОРЮЧИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	
Борисов С.В., Зотов Ю.Л., Гордон Е.П., Заправдина Д.М., Вершигора Г.К., Смоленская А.А. ....	89
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКЕЛЯ(II) С ТИАЗОЛИДИН-2,4-ДИОНОМ	
Вердизаде Н.А., Алиева К.Р., Кулиев К.А., Новрузова Н.А. ....	90
СИНТЕЗ И ТЕРМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОРОШКОВ Sn–Cu, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТАКТНЫМ ВЫТЕСНЕНИЕМ ИЗ РАСТВОРА	
Галуза М.Г., Воробьева Т.Н., Врублевская О.Н. ....	91
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ МИКРОБНОГО ПОЛИСАХАРИДА КСАНТАНА	
Гашевская А.С., Дорожко Е.В. ....	93
НИТРАТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ВЗРЫВЧАТЫХ СОСТАВОВ	
Сакович Г.В., Будаева В.В., Гисматулина Ю.А., Корчагина А.А. ....	94
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕНЗО-15-КРАУН-5, ЭФФЕКТИВНОГО ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ЛИТИЯ	
Глушко В.Н., Блохина Л.И., Жила М.Ю. ....	95
ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОГО ПЕНТАОКСИДА ВАНАДИЯ ИЗ РАСТВОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВАНАДИЕВЫХ ШЛАКОВ	
Гончаров К.В., Садыхов Г.Б., Олюнина Т.В., Анисонян К.Г.,	

Копьев Д.Ю. ....	96
СПОНТАННАЯ МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ ЙОДАТНЫМИ СОЛЯМИ АРИЛДИАЗОНИЯ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ	
Гусар А.О, Дорожко Е.В. ....	98
ДЕТОНАЦИОННЫЙ НАНОАЛМАЗ КАК СРЕДСТВО ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ	
Давыдова В.В., Марьясов М.А., Шевердов В.П., Насакин О.Е. ....	99
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДНЫМИ ГЛИКОЛУРИЛА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛА	
Дёрина К.В., Лукина А.А. ....	101
КОНВЕРСИЯ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ В АРЕНУ НА ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ГАЛИЯ	
Джалилова С.Н. ....	102
ПРИМЕНЕНИЕ ДИТИООКСАМИДИРОВАННОГО ПОЛИСИЛОКСАНА В ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ	
Евсеев М.Е., Федосеева Е.А., Холмогорова А.С., Свинцова Е.А., Неудачина Л.К., Пузырев И.С. ....	104
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЫРОГО ТАЛЛОВОГО МАСЛА НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРБЕТОННОЙ КОМПОЗИЦИИ	
Егоров П.А., Шалфеева Э.Н., Сазанова А.А., Васильева С.Ю., Насакин О.Е. ....	106
СОЗДАНИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННОЕ КАОЛИНОВОЕ ВОЛОКНО	
Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кейбал Н.А., Кочетков В.Г., Крюкова Д.А., Егорова С.А. ....	108
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ - ОСНОВЫ МАСЛА ВМГЗ	
Епифанов И.П., Зотов Ю.Л. ....	109
ПРОИЗВОДСТВО ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА.	
Ефимов Ю.Т., Горбушкина А.Н., Егоров С.В., Малыков М.А., Филиппов В.М., Хитров Н.В. ....	110
МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ	
Зотов Ю.Л., Заправдина Д.М., Вершигора Г.К., Смоленская А.А. ....	111
РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХЛОРПАРАФИНОВ	

Зотов Ю.Л., Заправдина Д.М., Вершигора Г.К., Смоленская А.А. ....	113
ВАРИАНТЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВИНИЛХЛОРИДА, ПОЛУЧАЕМОГО ПИРОЛИЗОМ 1,2-ДИХЛОРЭТАНА	
Шишкин Е.В., Зотова Н.Ю. ....	114
СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ 5,7-ДИМЕТИЛ-1,3-АДАМАНТАНДИОЛА: СИНТЕЗ И ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ	
Ивлева Е.А., Баймуратов М.Р., Куликова И.А.1, Климочкин Ю.Н. ....	115
СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ 2,7-ДИОКСАБИЦИКЛО[3.2.1]ОКТАНА В ВОДЕ	
Иевлев М.Ю. ....	117
СИНТЕЗ ТИОСЕМИКАРБАЗОНА НА ОСНОВЕ ДИЭТИЛАМИНОПРОПИЛАМИНА	
Кенжетева С.О., Абуляисова Л.К., Сиволобова О.А., Шокенова С. ....	118
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОКСИЛАТОВ МЕДИ В ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕДАХ	
Кликин Е.Г. ....	119
АКТИВИРУЮЩИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ ЛЕЙКОКСЕНОVOГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕРНОКИСЛОТНЫМ СПОСОБОМ	
Копьёв Д.Ю., Анисонян К.Г., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б. ....	121
АЛГОРИТМЫ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ СМЕШЕНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ	
Кузнецов А.С. ....	122
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНГИБИТОРОВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ	
Кузьмин М.В., Эндюськин В.П., Ефимов Ю.Т., Миронов Н.М. ....	125
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ (II) 2,6-ДИТИОЛ-4-МЕТИЛФЕНОЛОМ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМИ ДИАМИНАМИ	
Кулиев К.А., Ибрагимов Г.И., Сулейманова Г.С., Сардарлы А.М. ....	126
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ ПОВЕРХНОСТНО- АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СВЕЖЕФОРМИРОВАННЫХ ГИДРОКСИДАХ МЕТАЛЛОВ	
Ладыгина Ю.Ш., Мец Е.А. ....	127
ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНАПОЛНЕННОГО ПОЛИАМИДА-6	
Леонов Д.В., Устинова Т.П., Левкина Н.Л. ....	128



ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ЭТИЛ 2-ЦИАНО-2-(1,3-ДИТИОЛАН-2-ИЛИДЕН)АЦЕТАТА Липин К.В., Мартюшова Е.В.....	130
ВЫДЕЛЕНИЕ АНИЛИНА ИЗ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ ГАЗОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ НИТРОБЕНЗОЛА Лукин П.М., Савельев Н.И., Шурышкина М.Д., Савельев А.Н.....	132
ПОЛУЧЕНИЕ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА ДЛЯ ГАЗОБЛОКОВ Мазманян С.В., Папян Г.Б., Гарибян Г.Р., Израелян В.Р. ....	133
РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА МАРКИ D400, D500 И D600 Мазманян С.В., Саргсян А.А., Папян Г.Б., Гарибян Г.Р., Израелян В.Р. ....	134
РАСЧЕТ УСТОЙЧИВЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ СИСТЕМ Кузнецов А.С., Корнюшко В.Ф., Агаянц И.М.....	135
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕЛЛЕТ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ Макаренков Д.А., Назаров В.И., Мавлюдова Я.А., Панин В.В., Баринский Е.А.....	137
ПРИМЕНЕНИЕ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ НРК Макаренков Д.А., Назаров В.И., Шелаков М.Н., Попов А.П. ....	139
ЦЕРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ Маленкова А.А., Желудкова Е.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.....	141
СИНТЕЗ 2,2-ДИХЛОРЦИКЛОПРОПИЛМЕТИЛ- 4-(2,5-ДИГИДРО-2,5-ДИОКСО-1Н-ПИРРОЛ-1-ИЛ)БЕНЗОАТА Митрасов Ю.Н., Авруйская А.А., Колямшин О.А., Ильина О.Ю. ....	143
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ХЛОРБЕНЗОЛА Эндюськин В.П., Ефимов Ю.Т., Константинова Т.Г., Мухортова Л.И. ....	144
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОРГАНО- МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ Назаров В.И., Макаренков Д.А., Краморова С.Н., Грималаяк А.В., Баринский Е.А.....	145
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ В ПЛОТНОМ СЛОЕ Никитин А.Д., Лаптев В.А., Скурихин В.М., Рыжков А.Ф. ....	147
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2-АМИНО-4-АЦИЛ(АРОИЛ)-6-ХЛОРПИРИДИН- 3,5-ДИКАРБОНИТРИЛОВ С АММИАКОМ	

Никифорова А.Л., Каюков Я.С., Каюкова О.В. ....	149
ПОЛУЧЕНИЕ ЛАКА ИЗ ОТХОДА АНИЛИНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Никифорова И.Ю., Иванов С.А., Сазанова А.А., Васильева С.Ю., Насакин О.Е. ....	150
ЗАМЕНА ПЕРЕЛИВНОГО УСТРОЙСТВА В КОЛОННЕ ТАРЕЛЬЧАТОГО ТИПА ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ БЕНЗИНА И ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЯ	
Новиков П.С., Уфимцев С.В. ....	152
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ЭКСТРАГЕНТЫ В АНАЛИЗЕ СТОЧНЫХ ВОД ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	
Пахомова О.А., Мокшина Н.Я., Хрипушин В.В. ....	153
ВЛЯНИЕ ДОПИРУЮЩЕГО АГЕНТА НА СВОЙСТВА КЕРНОВЫХ ПИГМЕНТОВ С ОБОЛОЧКОЙ ИЗ ПОЛИАНИЛИНА	
Пугачёва Т.А., Курбатов В.Г. ....	154
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПИТТИНГООБРАЗОВАНИЯ	
Ражабов Ш.Р., Виноградова С.С., Плешкова Е.В. ....	156
ЦИКЛОБОРИРОВАНИЕ $\alpha$ -ОЛЕФИНОВ С ПОМОЩЬЮ $\text{RhBF}_2$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАТАЛИЗАТОРА $\text{Sr}_2\text{TiCl}_2$	
Рязанов К.С., Хусаинова Л.И., Хафизова Л.О., Джемилев У.М. ....	158
ПОРИСТЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ РУД	
Семке А.П., Казьмина О.В. ....	159
АДСОРБЦИЯ СМЕСЕЙ ПАРОВ АЦЕТОНА И ВОДЫ НА ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТНОЙ ПЛЕНКЕ	
Симонов В.Н., Фомкин А.А., Гранкина Т.Ю., Гольцев В.Н. ....	160
ФТОРИД АММОНИЯ КАК РЕАГЕНТ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТИТАНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ	
Смороков А.А. ....	162
СИНТЕЗ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ АМИДИНОВ	
Соколов Н.А., Кошелева И.А., Анищенко О.В. ....	163
РАЗРАБОТКА БИОПРЕПАРАТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ И ЕГО РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ	
Сычева Е.С., Асылханов Ж.С., Визер С.А., Ежанов К.Б. ....	164
КОМПЛЕКС ВКЛЮЧЕНИЯ 1-МЕТИЛ-4-(3-(НАФТИЛ-1-ОКСИ)ПРОП- 1-ИНИЛ)ПИПЕРИДИН-4-ОЛА В $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИН	
Сычева Е.С., Асылханов Ж.С., Визер С.А., Ежанов К.Б. ....	165
ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА МЫШЬЯКА МЕТОДОМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	
Федоров В.А., Гасанов А.А., Потолоков Н.А., Меншикова Т.К., Мыслицкий О.Е. ....	166
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 4-ХЛОР-3-ГИДРОКСИФУРО[3,4-с]ПИРИДИН- 1(3Н)-ОНОВ С АМИНАМИ	

Федосеев С.В. ....	167
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 3-ГИДРОКСИ-4-ХЛОРОФУРО[3,4-с]ПИРИДИН-1(3Н)-ОНА С РЕАКТИВОМ ЛАВЕССОНА	
Федосеев С.В. ....	169
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСИ МЕТАНОЛ – БУТИЛАЦЕТАТ – ВОДА	
Меркульева А.Д., Фролкова А.В., Ососкова Т.Е. ....	171
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО РАЗРАБОТКЕ НОВОГО ПРОЦЕССА ИЗЛВЧЕНИЯ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА ИЗ ОКИСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ РУД	
Хасанов М.Ш., Садыхов Г.Б., Заблоцкая Ю.В., Гончаров К.В., Анисонян К.Г., Олюнина Т.В. ....	173
СОРБИЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЗМ ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ СУЛЬФОКАТИОНИТАМИ	
Чинь Нгуен Куинь, Конькова Т.В., Шурлова А.А., Нгуен Тхи Ван Ань ....	174
СИНТЕЗ 2,3,5-ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРРОЛОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ТЕРМИНАЛЬНЫХ АЦЕТИЛЕНОВ С EtAlCl <sub>2</sub> И НИТРИЛАМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАТАЛИЗАТОРА Cr <sub>2</sub> TiCl <sub>2</sub> ....	
	175
РЕГУЛИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА КЕРАМИКИ В СИСТЕМЕ СИЛИКАТ ЦИРКОНИЯ – ДИОКСИД ЦИРКОНИЯ	
Шарафеев Ш.М., Погребенков В.М. ....	177
КРИВЫЕ ПЛАВКОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИЛИКАТНЫХ СИСТЕМ	
Шеховцов В.В., Волокитин О.Г. ....	178
ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ ДОПИРОВАННЫХ Gd НАНОСТРУКТУР ZnO ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДА	
Шульга А., Бутусов Л.А., Хайруллина И.А., Чудинова Г.К., Шешко Т.Ф., Курилкин В.В., Наговицын И.А. ....	180
ПОЛУЧЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ	
Эндюськин В.П., Горбушкина А.Н., Константинова Т.Г., Мухортова Л.И. ....	182
<b>СЕКЦИЯ 5. Химико-технологическое и экологическое образование .....</b>	
	<b>183</b>
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЁТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ»	
Виноградова С.С., Додонова А.А., Тагиева Р.Ф. ....	184
РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕЙМИФИКАЦИИ, РАЗМЕЩЕННЫХ НА	

ПЛАТФОРМЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE	
Щербаков И.А., Виноградова С.С., Алексеева А.М. ....	185
О ТОКСИЧНОСТИ МЭП «СУВАР»	
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. ....	186
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА ПРОПАНОМ	
Мельникова Е.В., Зотов Ю.Л. ....	188
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ	
Питерсков М.А., Зотов Ю.Л. ....	189
ВАРИАНТ УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООКТАНОВОГО КОМПОНЕНТА БЕНЗИНОВ.	
Цысарь Д.С., Зотов Ю.Л. ....	190

Научное издание

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

Сборник материалов  
VII Всероссийской конференции с международным участием  
(г. Чебоксары, 19-20 апреля, 2018 г.)

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верста и правка К.В. Липина

Подписано в печать 02.04.2018. Формат 60x84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Times.  
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 12,8. Тираж 100 экз. Заказ № 354

Издательство Чувашского госуниверситета  
Типография университета  
428015 Чебоксары, Московский просп., 15



ISBN 978-5-7677-2658-5



9 785767 726585